

TESIS DOCTORAL

**INSTRUMENTOS Y METODOLOGÍA DE PLANES DE
MOVILIDAD Y TRANSPORTE EN LAS CIUDADES MEDIAS
COLOMBIANAS**

AUTOR

Ing. Diego Alexander Escobar García

DIRECTOR

Dr. Manuel Herce Vallejo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

**DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE Y
DEL TERRITORIO**

PROGRAMA DE DOCTORADO

**“GESTIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS DEL
TRANSPORTE”**

**Con el apoyo de Programa ALBAN “Programa de Becas de Alto
Nivel de la Unión Europea para América Latina”**

BARCELONA, FEBRERO DE 2.008

**CAPÍTULO 8. LA METODOLOGIA DE OFERTA EN LOS PLANES DE
MOVILIDAD SOSTENIBLE DE CATALUÑA**

8.1. EL MARCO CONCEPTUAL DE LOS PLANES DE MOVILIDAD URBANA EN LAS CIUDADES EUROPEAS.

8.1.1. Marco Conceptual de un Plan de Movilidad Sostenible¹.

Es a partir de la década del los 90', cuando el Libro Verde del Medio ambiente urbano de la UE, que en Europa se defiende el establecimiento de ciudades compactas, diversas y mixtas, en las cuales la mezcla de funciones es la principal característica frente a una ciudad difusa, en donde las actividades se agrupan en áreas casi específicas (comercio, residencia, industria, recreación, etc.)². Entre los dos modelos actuales de ciudad (compacta y dispersa), el primero tiene un adecuado comportamiento frente al desarrollo sostenible ya que éste es más eficiente respecto al uso de los recursos materiales y energéticos, minimizando la solicitud de movilidad motorizada y, lo más importante, es un modelo menos intensivo en el consumo de suelo.

Ahora bien, en la búsqueda de un modelo de "Ciudad Sostenible", se deben analizar y articular dos aspectos primordiales. Primero se debe adecuar la distribución de las actividades (residenciales y de servicios) al espacio disponible y, segundo, buscar la manera de ofrecer medios de transporte sostenible que conecten dichas actividades. Dado lo anterior, se debe comprender un puente teórico entre transporte y sostenibilidad, para lo cual se hace necesario diferenciar entre los conceptos de movilidad y accesibilidad sostenibles.

Es entonces que si el objetivo primordial del transporte es facilitar la movilidad de personas y bienes, la sostenibilidad se logrará mediante medios de transporte que faciliten los desplazamientos con el menor impacto (costo) ambiental y social posible. No obstante, si el principal objetivo del transporte es facilitar el acceso a los bienes, servicios y contactos sociales, la sostenibilidad debe buscarse mediante una reducción de las necesidades de desplazamiento motorizado y el máximo aprovechamiento del transporte autónomo.

A estas dos estrategias, de movilidad sostenible y de accesibilidad sostenible, se debe sumar una tercera, que es la pacificación del tránsito, enfocado tanto en la reducción del número de automotores como en la disminución de la velocidad de operación de éstos en ciertas zonas

¹ HERCE M., MIRÓ J., MAGRINYÀ F. L' ESPAI URBÀ DE LA MOBILITAT. Cap. IV. La planificació de l'espai viari des d'una perspectiva ambiental. Barcelona. 2007.

² Los Libros Verdes son documentos publicados por la Comisión Europea cuyo objetivo es estimular una reflexión a nivel europeo sobre un tema concreto. Invitan a las partes interesadas (organismos y particulares) a participar en un proceso de consulta y debate sobre las propuestas que presentan, y pueden dar origen a desarrollos legislativos que se reflejan en Libros Blancos.

http://europa.eu/scadplus/glossary/green_paper_es.htm

urbanas; pacificación que tiene que ver, simultáneamente, con la reducción de accidentes y con la calidad del medio ambiente urbano.

Es innegable que uno de los principales responsables de la generación de gases de efecto invernadero (estipulados en el protocolo de Kyoto) son los transportes motorizados;

“La reconversión ecológica del transporte para crear las condiciones de una movilidad sostenible puede contribuir no solo a mitigar serias patologías ambientales asociadas a la contaminación atmosférica que provoca el uso masivo de automotores y su consecuente emisión de gases de efecto invernadero, sino a democratizar la movilidad y accesibilidad urbanas, estimulando al mismo tiempo la pacificación del tráfico y la convivencia en las calles y espacios públicos de nuestras ciudades.”³

Actualmente, no es errado afirmar que la mayoría de los Planes de Movilidad se encuentran fuertemente condicionados por la distribución de las actividades que ha sido establecida por los Planes General de Ordenación Urbana (equivalentes en Colombia a los llamados POT); teniéndose que generalmente no existe ni se vislumbra una verdadera articulación entre los planteamientos urbanísticos y los planes de transporte o movilidad general.

No obstante, como antecedente de una simbiosis entre un plan urbanístico y plan de transportes, es posible citar el Plan Director de Estocolmo del año 1.952, en el cual la propuesta de organización de transporte se encontraba estrechamente articulada con el plan urbanístico, ya que se buscaba organizar el crecimiento de la ciudad según las formas que imponían las redes de autobús, metro y trenes de cercanías.

Dado lo anterior, se considera imprescindible que un Plan de Movilidad Sostenible sea un documento que analice la forma de crecimiento de la ciudad y determine sus pautas de organización futuras, como condición de cualquier Plan de Ordenación Urbana. Aquel documento no puede, pues, limitarse a justificar a posteriori las opciones del planeamiento urbanístico, que ha de aceptar que las infraestructuras de movilidad son los elementos de soporte de la organización urbana.

³ Cambio cultural por la sostenibilidad, la pacificación del tráfico y la democratización de la movilidad y accesibilidad urbanas. PROYECTO CVC-CELA (Centro de Asistencia Legal Ambiental). http://www.centrolegalambiental.com/word/cambio_cultural_sostenibilidad.doc 30/05/07

Un Plan de Movilidad Sostenible es un instrumento que pretende conseguir la atención a todas las formas de movilidad (en la consciencia de cada grupo social, o cada motivo de desplazamiento, tiene un medio más adecuado de viaje) sobre la base de la igualdad social de los ciudadanos y del aprovechamiento de la integración entre todos los modos para conseguir la máxima eficiencia energética del sistema y la mejor calidad urbana posible.

La base conceptual de un Plan de Movilidad Sostenible se apoya en aspectos técnicos que han de centrar el análisis:

- Primero, es necesario evaluar cuál es el reparto modal que se presenta en la actualidad, analizándolo desde una perspectiva de una movilidad sostenible, es decir, buscando involucrar modos de transporte tanto autónomos como motorizados y no simplemente motorizados, como ha ocurrido anteriormente.
- Como segundo punto, se debe evaluar cuál es la distribución espacial de los principales movimientos cotidianos, sobretudo los desplazamientos obligados (trabajo y estudio) y establecer con qué medios de transporte se están llevando a cabo. De dicho análisis es posible establecer si la distribución de los equipamientos en la ciudad es la adecuada, según criterios de proximidad, itinerarios de servicio público de transporte e itinerarios de transporte autónomo, determinando si la relación existente entre los polos generadores y atractores de viajes y las zonas residenciales disponen de un adecuado servicio de transporte público de pasajeros.
- En tercer lugar, se debe evaluar el sistema de espacios públicos y de esparcimiento, evaluando si se encuentran adecuadamente comunicados por una red de transporte autónomo. Es decir analizar la organización urbana desde la perspectiva de la movilidad
- Por último, se debe comprobar si el funcionamiento del transporte en vehículo particular dispone de un buen sistema teniendo en cuenta la oferta de redes de definidas con anterioridad (peatones, bicicletas y transporte público). Con el fin de establecer un sistema de transporte para el vehículo particular, se debe definir:
 - Una red básica que conecte los barrios, que dicha red sea homogénea y posea una adecuada conexión con el exterior.
 - Un adecuado sistema de estacionamientos que asegure la expulsión de los vehículos que se ubican sobre las calles, el favorecer el mantenimiento de los vehículos en

garajes cerca del hogar y un buen índice de rotación de espacios en estacionamientos en áreas comerciales y de atracción de viajes.

- Una buena red de itinerarios de transporte de mercancías (carga y descarga) con potenciales plataformas logísticas de distribución urbana y una organización racional de la misma.

8.1.2. Normativa de regulación de la movilidad sostenible a nivel Europeo.

Es la Comisión Europea la encargada de establecer todas las directrices respecto a la planificación y regulación de los sistemas de transporte que deben ser aplicadas en todos los países miembros; no obstante, cada país puede conservar las competencias que se encuentren en condiciones de gestionar de forma más eficiente por sí mismos.

Los principales documentos que han sido creados por la Comisión Europea y que abordan la planeación y regulación de los estudios de movilidad, que incluyen las medidas de gestión y control de todos los sistemas y redes de transporte, así como sus niveles de impacto, se enuncian a continuación:

- *Libro Verde sobre el medio ambiente urbano.*⁴

Es una comunicación de la Comisión Europea al Consejo y al Parlamento. Éste plantea como propuesta principal, una estrategia basada en el control de la demanda, el incremento de la Eficiencia energética y la adopción de propuestas en materia de fiscalidad energética.

Respecto al transporte, éste documento le señala como el sector en el cual se debe redoblar el esfuerzo en la reducción de demanda de energía (el 32% del consumo energético y el 28% de emisiones totales de CO₂)⁵, estableciendo esto como una prioridad.

La Comisión Europea establece entonces la necesidad de definir una política activa que busque el ahorro energético y tome medidas de diversificación a favor del uso de energías no contaminantes. Así mismo, se aborda claramente la necesidad de

⁴ Son documentos que ponen de manifiesto las debilidades estructurales de abastecimiento energético de la UE y su fragilidad geopolítica, social y medioambiental, teniendo en cuenta los compromisos europeos en el marco del Protocolo de Kyoto. Guia bàsica per a l'elaboració de plans de mobilitat urbana. Annexos. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Juliol 2006.

⁵ Guia bàsica per a l'elaboració de plans de mobilitat urbana. Annexos. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Juliol 2006.

racionalizar el uso del vehículo privado en los centros urbanos, fomentando de forma simultánea el transporte urbano limpio y el uso de fuentes de energía poco o nada contaminantes para los vehículos motorizados en general.

Por otra parte, enuncia los criterios para el establecimiento de los costes de transporte siguiendo el principio “quien contamina paga”, con ello, las políticas y el precio que se aplica a este sector, deberá reflejar los sobrecostos que ello implica, teniendo como uno de sus objetivos, hacer que la elección de desplazarse de forma individual o colectiva se modifiquen positivamente.

- *Libro Blanco. La política europea de transportes de cara al 2010.*⁶

Comisión Europea (2.002). Se compone de casi sesenta medidas que buscan mejorar la calidad y la eficacia de los transportes en Europa, buscando un sistema integral que sea capaz de equilibrar los medios de transporte, fomentando la intermodalidad y adaptando la variedad de modos de transporte de cara al año 2.010, es decir, marca las pautas para iniciar el proceso que facilite la obtención de un sistema de transporte sostenible.

Respecto a las buenas prácticas, éstas se promoverán facilitando adaptaciones físicas que permitan hacer más atractivos los medios de transporte sostenibles, desestimulando el uso del vehículo privado; en este sentido la Comisión Europea fomentará la puesta en funcionamiento de las buenas prácticas, tales como:

- Mejora cualitativa de los servicios públicos.
- Limitación de las plazas de estacionamiento
- Asignación de vías de circulación con prioridad a los medios de transporte colectivo.
- La participación de las empresas o administraciones en la organización de los desplazamientos de sus empleados y en la financiación del transporte público.
- La promoción del uso compartido del coche.
- La tarificación del uso de infraestructuras en el contexto urbano.

⁶ Los Libros Blancos publicados por la Comisión son documentos que contienen propuestas de acción comunitaria en un campo específico. A veces constituyen una continuación de los Libros Verdes, cuyo objetivo es iniciar un proceso de consultas a escala europea. Cuando un Libro Blanco es acogido favorablemente por el Consejo, puede dar lugar, llegado el caso, a un programa de acción de la Unión en ese ámbito en cuestión. http://europa.eu/scadplus/glossary/white_paper_es.htm

8.1.3. Normativa española a nivel Estatal.

Es el Ministerio de Fomento Español la entidad competente respecto a los servicios de transporte público que existe entre dos o más Comunidades Autónomas; se distinguen dos categorías de transporte por carretera (Urbano e Interurbano) establecidas por la legislación sectorial del Estado, sumándose a ellas el transporte a nivel Metropolitano, el cual se genera cuando se agrupan varios municipios con vínculos socioeconómicos y se genera una asociación administrativa que solventa las necesidades de transporte que de dichos vínculos económicos se derivan.

La Constitución Nacional Española (1.978) es la que define el régimen de derechos y libertades de los ciudadanos y los poderes de instituciones y organizaciones políticas, en ésta, se establecen respecto a movilidad y transporte público urbano los siguientes aspectos:

- Derecho a la movilidad y libre circulación por el territorio nacional. (Art. 19).
- Competencias de las Comunidades Autónomas: Ordenación del territorio, urbanismo, ferrocarriles y carreteras cuyo itinerario se desarrolle íntegramente en su territorio, así como el transporte desarrollado por estos medios o por cable, además de la gestión en materia de protección del medio ambiente (Art. 148).
- Competencia exclusiva del Estado sobre ferrocarriles y transportes terrestres que transcurran por el territorio de más de una Comunidad Autónoma, tráfico y circulación de vehículos a motor, protección del medio ambiente y obras públicas de interés general cuya realización afecte a más de una Comunidad Autónoma. (Art. 149).

Por otra parte, la normativa vigente establece en materia de transportes, órdenes, decretos y leyes, dentro de las cuales se destacan principalmente:

- *Ley 16/1.987, de Ordenación de los Transportes Terrestres (LOTT).*

Esta Ley define las directrices generales de planificación, coordinación, inspección y régimen sancionador, comunes a los diferentes modos de transporte terrestre y actividades auxiliares y complementarias de los mismos, de aplicación general en todo el territorio.

- *Real Decreto 1211/1.990, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres (ROTT).*

Reglamento de concreción de los principios y reglas contenidas en la LOTT, en el cual se establecen las reglas sobre la tramitación, aprobación y efectos de los planes de transporte, bases y previsiones sobre adjudicación de concesiones y prestación de servicios, contemplando distintas modalidades de régimen tarifario.

- *Ley Orgánica 5/1.987, de Delegación de Facultades del Estado en las Comunidades Autónomas en relación con los transportes por carretera y por cable (contemporánea a la LOTT y complemento de ésta).*

En ésta se faculta a las Comunidades Autónomas para la gestión de los servicios de transporte público y privado, incluyendo las actividades auxiliares y complementarias como la inspección, sanción y control.

Finalmente, vale la pena mencionar la precisión hecha por la Sentencia del Tribunal Constitucional, de 27 de junio de 1.996, la cual declaró inconstitucional el Capítulo VII del Título III de la LOTT, dedicado en su integridad a los transportes urbanos, dicha declaración dio lugar a la creación y aprobación de leyes autonómicas propias para la regulación del transporte, según las características de cada Comunidad Autónoma.

8.1.4. Normativa española a Nivel Autonómico.

Según la Constitución Nacional Española, la Comunidad Autónoma de Cataluña esta facultada para ejercer su autogobierno y, es mediante el Estatuto de Autonomía de Cataluña (2.006) que se definen los derechos y deberes de su ciudadanía, las instituciones políticas y sus respectivas competencias. A continuación se muestran las principales entidades y Leyes que tienen aplicación en dicha jurisdicción respecto al tema tratado.

El Departamento de Política Territorial y Obras Públicas (DPTOP) es el órgano urbanístico de la Generalitat, que posee como funciones y competencias, el establecer la política de la planificación territorial y el urbanismo, las políticas del suelo, las obras públicas e infraestructuras, las carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, los transportes, y el despliegue y aplicación de la ley de barrios. Se encuentra conformado por el Gabinete del

Consejero de Política Territorial y Obras Públicas, la Secretaría General, la Secretaría para la Movilidad y la Secretaría para la Planificación Territorial.

En septiembre del 2.003 el Parlament de Catalunya aprobó la LLei 9/2.003 de la Mobilitat. Esta es una Ley dictada para el territorio de Cataluña y pionera en el Estado español. En ella se entiende la movilidad como una característica de las sociedades avanzadas y como un derecho de las personas, y el movimiento de personas y mercaderías como elemento clave para el desarrollo y el crecimiento económico, en un mundo y un mercado cada vez más global.

Por otra parte es consciente de los beneficios que representa para las personas, la oferta de una movilidad amplia, segura y a bajo costo, fomentando una planificación cuidadosa, que cubre los impactos sobre el medio ambiente, optimizando el consumo de recursos energéticos y del suelo, buscando el desarrollo de un modelo de movilidad sostenible.

“El propòsit bàsic de la Llei 9/2003 es pot resumir com la determinació de millorar l'accessibilitat i minimitzar els impactes negatius del transport.”⁷

De forma general, esta Ley fomenta las medidas que contribuyen a mejorar la seguridad integral de las personas, la reducción de la accidentalidad, disminuir la congestión de zonas urbanas y la saturación de infraestructuras, optimizando el uso del espacio viario y promoviendo la construcción de aparcamientos e infraestructuras disuasivas, a fin de favorecer el intercambio modal, calmar el tráfico, y procurando siempre la introducción de sistemas teleinformáticos y nuevas tecnologías de gestión de movilidad, en beneficio de las personas y adecuadas a sus necesidades.

La Ley en sí, significa un cambio de tendencia en el modelo de movilidad, además, estipula la conveniencia de articular el desarrollo urbanístico y las previsiones de movilidad y, en concreto, determina que, como mínimo, los planes territoriales de equipamientos o servicios, los planes directores, los planes de ordenación municipal y los proyectos de nuevas instalaciones que se determinen por reglamento, deben incluir un estudio de evaluación de la movilidad generada (Art. 18); dado que, durante los últimos años, estos estudios han tomado la forma de estudios de tránsito, en los cuales solamente se tomaba en consideración el impacto sobre la red viaria.

⁷ Guia bàsica per a l'elaboració de plans de mobilitat urbana. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Juliol 2006.

Así mismo, establece y define los *Instrumentos de Planificación*, en distintas escalas, según el ámbito territorial respectivo, como sigue:

- *Las Directrices Nacionales de Movilidad (DNM)*. Establecen la relación entre la movilidad terrestre y el resto de medios, tiene la naturaleza de un Plan Territorial Sectorial y deben ajustarse a las directrices establecidas por el Plan Territorial General; son aplicables en todo el territorio de la comunidad autónoma y deben ser revisadas cada seis años, como mínimo. Constituyen el marco orientador para la aplicación de la presente ley.
- *Los Planes Directores de Movilidad (PDM)*. Su objeto es el desarrollo territorial de las DNM; deben contener como mínimo: a) Seguimiento y gestión de la movilidad de la zona, b) Ordenación del tráfico interurbano de automóviles, c) Promoción de los transportes públicos colectivos, d) Fomento del uso de la bicicleta y de los desplazamientos a pie, e) Ordenación y explotación de la red viaria principal de la zona, f) Organización del aparcamiento intrazonal, g) Transporte y distribución de mercancías. Deben revisarse cada vez que se modifiquen las DNM y, en todo caso, cada seis años.
- *Los Planes Específicos*. Su objeto es el desarrollo sectorializado de las DNM para los diferentes medios e infraestructuras de movilidad, tanto para transporte de personas, como de mercancías; se consideran Plan Territorial Sectorial, y deben ser coherentes con los PDM.
- *Los Planes de Movilidad Urbana (PMU)*. Éstos son el documento básico para configurar las estrategias de movilidad sostenible, su ámbito territorial es a nivel municipal o metropolitano (en los términos anteriormente descritos), deben adecuarse a los criterios y consideraciones de los PDM e incluir un plan de accesos a los sectores industriales de su competencia, su elaboración y aprobación es obligatoria para municipios que, de acuerdo a su normativa local o el correspondiente PDM, deba prestar el servicio de transporte colectivo urbano de viajeros; son competencia de los Ayuntamientos y deben revisarse cada seis años.

Por otra parte, establece dos *Instrumentos de Programación* para la aplicación de los PDM, en lo concerniente a la financiación de infraestructuras y la determinación de los servicios necesarios:

- *El Programa de Inversiones*. Este instrumento define las prioridades y los mecanismos de financiación de las infraestructuras y los servicios para la movilidad que han establecido los PDM; dichas prioridades se determinan según una evaluación multicriterio de

alternativas, teniéndose en cuenta factores sociales, económicos y ambientales, con lo cual se establece la programación de las actuaciones necesarias en los medios de transporte y los recursos que verdaderamente se disponen para financiarlas en un período mínimo de cuatro años.

- *Los Planes de Servicio.* Se refieren a la programación de los servicios de un determinado medio de transporte, regulando el grado de participación de los operadores en su gestión. Deben coincidir con los PDM y adecuarse a ellos en su contenido, además, deben analizar y proponer medidas adecuadas para que pueda accederse a pie y en bicicleta, a todas las paradas y estaciones.

Con el fin de evaluar los Instrumentos de Planificación y analizar los efectos de su aplicación, ésta Ley establece los siguientes *Instrumentos de Evaluación y Seguimiento*:

- *El Observatorio Catalán de la Movilidad.* Es un instrumento de recogida y difusión de la información más relevante en materia de movilidad y su grado de sostenibilidad, referida a los objetivos cuantitativos y cualitativos, los indicadores de movilidad, los servicios públicos de transporte, las cuentas del transporte y toda aquella información ya disponible en otros observatorios u organismos integrantes del Sistema Estadístico de Cataluña; sus datos son públicos y por los ámbitos territoriales definidos en las DNM.
- *Los Indicadores de Movilidad.* Son establecidos por los instrumentos de planificación y deben cubrir las siguientes categorías: a) Accesibilidad, b) Impacto ambiental y territorial, c) Emisiones de gases de efecto invernadero, d) Impacto sonoro, e) Seguridad, f) Costes sociales y eficiencia de los sistemas, g) Capacidad, oferta y demanda, h) Calidad del servicio, i) Consumo energético, j) Intermodalidad. Deben adaptarse a los estándares internacionales establecidos por la Unión Europea.
- *Estudio de Viabilidad.* Su objetivo evaluar el impacto que produce la creación, modificación o adaptación de una infraestructura o un servicio de transporte, tanto desde el punto de vista de la oferta y la demanda, como desde las perspectivas económico-financieras (implantación y amortización, operación y mantenimiento), ambiental, de seguridad y funcional, acordes con las características sociales y económicas de cada sector territorial.
- *Estudio de Evaluación Estratégica Ambiental.* Se establece de acuerdo con lo exigido por el Departamento del Medio Ambiente y por la legislación comunitaria.

- *Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada.* Evalúa el incremento de los desplazamientos por una nueva planificación o una nueva implantación de actividades y la capacidad de absorción de los servicios y sistemas de transporte (incluido desplazamientos a pie o en bicicleta).

Por último, la Ley establece los siguientes *Órganos de Gestión y Participación*:

- *Las Autoridades Territoriales de la Movilidad (ATM).* Son consorcios promovidos por el departamento competente en materia de infraestructura de movilidad y de transporte y los entes locales del ámbito territorial correspondiente. Les corresponde la planificación y la coordinación de los servicios de transporte (público, colectivo y de mercancías).
- *El Consejo Catalán de la Movilidad.* Éste es un órgano consultivo, asesor y de concertación y participación de las administraciones, organismos, corporaciones, entidades y sectores sociales vinculados a la movilidad.
- *Los Consejos Territoriales de la Movilidad.* Éstos son órganos de consulta y participación de los diferentes agentes representativos de los organismos y entidades vinculadas a la movilidad y de los ciudadanos. Sus funciones son análogas a las del Consejo Catalán de la Movilidad, a nivel municipal, asociaciones de municipios, consejos comarcales, entidades metropolitanas y autoridades territoriales de movilidad.

Por el Decreto 344/2.006, de Regulación de los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada, se desarrolla la LLei de Mobilitat en estos aspectos. El Decreto determina los proyectos que deben incluir un estudio de evaluación de la movilidad generada, estableciendo las directrices de elaboración y el procedimiento para su tramitación.

En estos estudios se debe evaluar el incremento potencial de desplazamientos, provocados por una nueva planificación o una nueva implantación de actividades, y la capacidad de absorción de los servicios viarios y de los sistemas de transporte (incluidos a pie y en bicicleta); por otra parte, se valoran las medidas propuestas y se definen nuevas medidas y actividades que aseguren que la movilidad sea asumida en mayor proporción por medios de transporte sostenible, promoviéndose así el cambio de modelo de movilidad propuesto por la Ley 9/2.003.

Las directrices establecidas por este decreto, para la realización de los mencionados estudios de movilidad generada, establecen que se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- *Planificación.* Estableces las anchuras mínimas y las pendientes máximas, de calles que se planifiquen en suelo urbanizable, dependiendo de las funciones que les corresponda y de los itinerarios que se desarrollen en ellas (zona 30, tramo urbano, red básica de bicicletas, de transporte público, de vehículos privados, etc.), además, se establece la previsión de plazas para estacionamiento de bicicletas y vehículos, de acuerdo a las reservas mínimas.
- *Estaciones de ferrocarriles no metropolitanos y de autobuses interurbanos.* Se busca establecer la proximidad de éstas a polaridades céntricas y otros modos de transporte colectivo, accesos viarios rápidos e infraestructuras favorecedoras del transporte público.
- *Carga y descarga de Mercancías.* Establece que los locales comerciales deben disponer de un espacio mínimo de 3 x 8 metros de carga, para superficies de venta superiores a 1.300 m², y uno o dos espacios más, en función de esta superficie.

Respecto a las redes de itinerarios para los diferentes modos de transporte, el Decreto define:

- *Red de itinerarios peatonales⁸.* Establece que es a ésta red a la cual se debe dar prioridad sobre el resto de modos de transporte, asegurando la conectividad entre lugares en donde se genere un número importante de desplazamientos a pie o con medios auxiliares. Se consideran calles de uso exclusivo para peatones las calles de convivencia y las calles de zona 30. Estos itinerarios deben ser continuos, formando una red, coordinados con los itinerarios de transporte público y colectivo y, si es el caso, con los itinerarios y redes de municipios vecinos.
- *Red de itinerarios para transporte público y colectivo de superficie.* Ésta se debe definir teniendo en cuenta líneas de autobuses, tranvías y otros sistemas de transporte colectivo de superficie (existente y previsto), incorporándose la previsión de carril bus, la implantación de nuevas líneas, etc. La red debe asegurar la conectividad, en los mismos términos que para la red peatonal, y conectarse con la red para transporte público y colectivo del resto del municipio y, si es el caso, de los municipios vecinos.

⁸ A efectos de este decreto, se entiende por peatón la persona que se desplaza a pie o en silla de ruedas, con o sin motor.

- *Red de itinerarios para bicicletas.* Ésta red debe asegurar la conectividad señalada anteriormente, los itinerarios deben ser continuos y, preferiblemente, deberán discurrir por vías ciclistas segregadas o carriles bici protegidos. Esta red se debe prever conectada con la red de bicicletas del resto del municipio y, si es el caso, con la de los municipios vecinos, y se debe coordinar con la red de itinerarios para transporte público y colectivo. Se pueden prever itinerarios de bicicletas por calles de zona 30 en cohabitación con el resto de vehículos, y no se pueden hacer pasar por carreteras de doble calzada, ni por carreteras de calzada única con intensidad media superior a 3.000 vehículos diarios, salvo que se segreguen de la vía mediante mecanismos adecuados de protección.
- *Red básica para vehículos privados.* Ésta red debe asegurar la conectividad con los lugares donde se generen el mayor número de desplazamientos, y como mínimo con estaciones de ferrocarril, de autobuses interurbanos y otros nodos de transporte colectivo, y con equipamientos comunitarios (sanitarios, educativos, culturales y administrativos). Debe ser continua y, si es el caso, debe procurar la continuidad de los itinerarios con la de los municipios vecinos.

Por otra parte, el estudio de evaluación de la movilidad generada, debe incorporar una propuesta de financiamiento de los diferentes costos agregados por el incremento de movilidad debido a la nueva actuación. Establecer la obligación de las personas propietarias, en los términos fijados por la legislación urbanística, de costear y, si es el caso, ejecutar la urbanización así como las infraestructuras de conexión con las principales redes o el reforzamiento de éstas, además de su obligación de participar en los costos de implantación del incremento de servicios de transporte público, mediante la actualización a 10 años del déficit de explotación del servicio de transporte público de superficie, en proporción a la magnitud de la actuación, de acuerdo a los parámetros de cálculo indicados en el decreto.

Y, finalmente, debe incorporar la previsión que, en el caso que haga falta satisfacer el requerimiento de distancia máxima al acceso de una infraestructura fija de transporte colectivo, requiera la construcción de una nueva estación, el costo de la obra civil y del arreglo de los accesos (con accesibilidad para personas con movilidad reducida), estarán a cargo de las personas promotoras de la implantación singular.

Éste tipo de estudios deberán ser tramitados ante la autoridad territorial de la movilidad correspondiente, la cual a su vez, debe emitir el informe de evaluación de los estudios en el término de un mes, teniendo que las conclusiones de dicha evaluación deben ser valoradas y

puestas en consideración para la aprobación definitiva de los planes o proyectos correspondientes o, si es el caso, para su autorización.

Finalmente, por Decreto 362/2.006 se aprueban Las Directrices Nacionales de Movilidad. Estas constituyen el marco orientador de seguimiento de los instrumentos de planificación previstos en la Ley 9/2.003, de la Movilidad, estableciendo criterios, objetivos temporales, propuestas operativas e indicadores de control, requeridos en la elaboración de los diferentes planes previstos en ésta y, en concreto, su misión específica es la de constituir un filtro entre la diagnosis de la situación actual de cada plan y el programa de actuaciones correspondientes.

Ahora bien, con el fin de proveerse un sistema de transporte más eficiente que mejore la competitividad, aumente la integración y cohesión social e incremente la calidad de vida de los ciudadanos, se establecen las siguientes directrices:

- Promover los desplazamientos por medios no mecánicos aumentando la seguridad y la comodidad de peatones y ciclistas; promover un cambio de cultura hacia la movilidad sostenible y segura; y, en general, reducir el impacto asociado a la movilidad y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.
- Fomentar el transporte público, integrar la red de transporte público dentro del sistema intermodal de transporte, mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad del transporte público de superficie, aplicar nuevas tecnologías en la mejora de la información en tiempo real para los usuarios, asegurando la accesibilidad a los centros de trabajo y estudio.
- En los procesos de planificación y desarrollo urbanístico, introducir la accesibilidad en transporte público, a pie o en bicicleta, y las necesidades de distribución urbana de mercancías. Además, desarrollar los diferentes instrumentos de planificación de la movilidad, integrando la distribución urbana de mercancía y considerando el acceso en transporte público a las áreas alejadas de los centros urbanos.
- Promover actuaciones para conseguir una distribución urbana de mercancías más sostenible, y establecer medidas que garanticen la calidad de su servicio de transporte.
- Racionalizar el uso del vehículo privado en los desplazamientos urbanos y metropolitanos, y establecer planes de mejora de la seguridad viaria dirigidos a la reducción del número de accidentes y víctimas mortales.

- Aumentar el área de influencia de los aeropuertos de Cataluña, fomentando el acceso al transporte público, y la conexión a la red ferroviaria de alta velocidad.
- Colocar al transporte ferroviario en situación competitiva con relación a otras alternativas menos sostenibles.
- Promover y dotar a Cataluña, de un sistema de plataformas logísticas intermodales (a escala del ámbito territorial), y de infraestructuras logísticas que racionalicen y optimicen el sistema transporte de mercancías por carretera.
- Dotar el sistema aeroportuario de infraestructuras adecuadas para carga; mejorar las infraestructuras y la calidad de los servicios portuarios, y potenciar el transporte marítimo de corta distancia (asegurando la intermodalidad).

Coincidentes con esta misma finalidad son gran parte de las determinaciones de la nueva legislación urbanística catalana, que se contienen en la LLei 10/2.004, de Modificació de la Llei 2/2.002 de Urbanisme, per al Foment de l'Habitatge Asequible, de la Sostenibilitat Territorial y de la Autonomía Local; así como el Decreto Legislativo 1/2005, por el cual se aprueba el Text Refòs de la Llei d'Urbanisme, y el Decret 305/2.006, por el cual se aprueba el Reglament de la Llei d'Urbanisme.

8.1.5. Normativa española a nivel local.

A nivel municipal, cabe resaltar la importancia de lo dispuesto en la Ley 7/1.985, Reguladora de Bases de Régimen Local (LRBRL), la cual establece:

- El Municipio ejercerá, en todo caso, competencias en los términos de la legislación del Estado y las Comunidades Autónomas en materia de transporte público de pasajeros. (Art. 25.2).
- Los Municipios con población superior a 50.000 habitantes, por sí o asociados, deberán prestar en todo caso los servicios de transporte colectivo urbano de viajeros y protección del medio ambiente. (Art. 26.1).

Además, el Real Decreto Legislativo 781/1.986, de 18 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Disposiciones Legales Vigentes en materia de Régimen local, el cual otorga a los Ayuntamientos, Diputaciones, Consejos, etc., en representación del ámbito territorial local que representen, plena capacidad jurídica, para adquirir, poseer, reivindicar, permutar,

gravar o enajenar toda clase de bienes, celebrar contratos, establecer y explotar obras y servicios públicos, obligarse, y ejercitar las acciones previstas en las leyes. Hay que destacar igualmente la obligatoriedad de redacción de un Plan de Movilidad Urbana que determina el Reglamento de la Ley catalana citada, así como de un Estudio de Movilidad sostenible como condición de los planes urbanísticos determinado por la Llei d'Urbanisme

8.2. INDICADORES DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA.

Como se mencionó con anterioridad, existen unos instrumentos de evaluación y seguimiento que analizan los instrumentos de planificación y el análisis de sus efectos de aplicación, estos instrumentos son: El Observatorio Catalán de la Movilidad, los Indicadores de Movilidad, los estudios de vialidad, los estudios de Evaluación Estratégica Ambiental y el Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada.

En la Tabla 8.2.1. se aprecia un resumen detallado de los indicadores de seguimiento que fueron propuestos en el Plan de Movilidad Urbana del Municipio de Mataró del año 2.004.

Se tiene que es el reparto modal uno de los indicadores que demuestran de una forma clara, cuál es el sistema de transporte preponderante que conecta las diferentes actividades distribuidas sobre el municipio, estableciéndose entonces si dicho sistema puede evolucionar hacia modos más sostenibles, lo cual implicaría el análisis de una futura distribución modal.

Junto a ese indicador aparece una gran batería que refleja la proximidad a los destinos más atractivos a la ciudad, el ancho de aceras de esos itinerarios, el balance de estacionamiento por barrios o las emisiones de ruido y contaminación. Mostrándose claramente que la atención a la movilidad es algo mecho más ambicioso que la mera adecuación del espacio viario a una demanda latente o expresada de desplazamientos.

Pero lo más interesante, es detectar que parte de las condiciones de consecución de una movilidad sostenible pasan por estudiar la adecuación de la red viaria a esas posibilidades o requerimientos. Para ello, en algunos de los Planes de Movilidad Urbana de ciudades catalanas⁹ analizados se comienza por estudiar las condiciones topológicas de la propia red viaria, como condición de soporte de una nueva propuesta de movilidad; estudio que plantea análisis del siguiente tipo:

⁹ Por ejemplo, el Pla Director Viari de la ciudad de Sabadell (Herce-Magrinyà, 2001), redactado como soporte a su Pla de Mobilitat

Tabla 8.2.1. Indicadores de seguimiento detallados.

NOMBRE DEL INDICADOR	DEFINICIÓN	TENDENCIA DEL OBJETIVO
1. INDICADORES GLOBALES		
Repartimiento modal interno VP	Número de desplazamientos Internos - Internos en VP / Número de desplazamientos Internos - Internos Totales (%)	Disminuir
Repartimiento modal generado VP	Número de desplazamientos Internos - Externos en VP / Número de desplazamientos Internos - Externos Totales (%)	Disminuir
Autocontención	Número de desplazamientos Internos por Trabajo / Número de desplazamientos totales por Trabajo (%) *de los residentes	Aumentar
2. INDICADORES DE CIRCULACIÓN		
Niveles de Servicio	Número de tramos de la red con nivel "E" ó "F" / Número de tramos totales de la red viaria (%)	Disminuir
3. INDICADORES PEATONALES		
Pacificación del Tránsito	Km de vías en las que se aplican medidas de pacificación del tránsito (Vel. Máx. 30 Km/h, señalización S28 y otras medidas reductoras de velocidad).	Aumentar
Extensión de la red de calles arborizadas	Longitud de las calles arborizadas (1 ó 2 aceras) / Longitud Total de Calles (%)	Aumentar
4. INDICADORES BICICLETAS		
Cariles Bici	Km totales de cariles Bici, prioridad bicicleta y coexistencia con peatones	Aumentar
5. INDICADORES TRANSPORTE PÚBLICO		
Utilización del Transporte Público Municipal (meda diaria)	Viajeros / día (Total anual / 365)	Aumentar
Utilización del Transporte Público Interurbano (meda diaria)	Viajeros / día (Total anual / 365)	Aumentar
Camil Bus	Km Totales de Camil Bus	Aumentar
Viajeros por año / Km por año	Viajeros por año / Km Año útiles de bus urbano	Aumentar
Viajeros por año / Habitantes	Viajeros por año en bus urbano / Habitantes	Aumentar
Km por año / Habitantes	Km por año útiles de bus urbano / Habitantes	Aumentar
Frecuencia	Tiempo medio de paso del bus por parada	Disminuir
6. INDICADORES DE ESTACIONAMIENTO		
Cobertura de Estacionamientos	Número total de plazas residentes / Número de vehículos residentes (%)	Aumentar
Disponibilidad de plazas privadas	Número total de plazas en garajes privados / Número de vehículos residentes (%)	Aumentar
Illegalidad	Número de vehículos mal estacionados / Número total de plazas en la vía pública y solares (%)	Disminuir
7. INDICADORES AMBIENTALES		
Nivel O ₃	Número de días al año en los que se logran concentraciones horarias de ozono superiores a 180 µg/m ³	Disminuir
Emisión de gases de los vehículos	% de los vehículos inspeccionados que incumplen la normatividad vigente	Disminuir
Emisiones CO ₂	tCO ₂ / Habitante / año	Disminuir
Emisiones NO _x	tNO _x / Habitante / año	Disminuir
Emisiones CH ₄	tCH ₄ / Habitante / año	Disminuir
Ruido causado por los vehículos	% de los vehículos inspeccionados que incumplen la normatividad vigente	Disminuir
Niveles de ruido en vías muy transitadas	Meda de los niveles sonoros diurnos - medidos en dB - en diferentes puntos de la red viaria	Disminuir hasta 65 dB
Seguridad Vial	Número anual de accidentes de tránsito con víctimas / 1000 vehículos *Víctimas: Heridos y muertos (dentro de los primeros 30 días)	Disminuir

Fuente: Elaboración propia a partir de “Plan de Movilidad Urbana de Mataró”. Ayuntamiento de Mataró. Intra - Ingeniería de Tráfico S.L. 2.004.

- Análisis de la permeabilidad de la trama viaria desde los diferentes accesos de la red regional y comprobación con la red viaria actual. Distribución previsible de la carga de vehículos externos que fluirán a través de los accesos hacia diferentes puntos de la ciudad.
- Análisis de la nueva distribución de accesibilidad interna en la ciudad y detección de los ámbitos espaciales que mejoran su posición o pierden su marginalidad respecto a la situación actual.

- Análisis de cobertura de la red de transporte colectivo propuesta y estudio de mejoras respecto de la situación actual.

En definitiva, estos indicadores de movilidad son establecidos por los instrumentos de planificación urbana (indicadores de accesibilidad, conectividad y cobertura), Impacto ambiental y territorial (emisiones de gases de efecto invernadero, Impacto sonoro, seguridad, costes sociales) y eficiencia de los sistemas (capacidad, oferta de infraestructuras y demanda de desplazamientos, calidad del servicio, consumo energético e intermodalidad)

8.3. BASES DE UN ENFOQUE DE OFERTA EN LA PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD.

La constatación del importante papel que el desarrollo de las redes de infraestructuras, de transporte han tenido en la expansión de la ciudad y en la localización de las actividades, unida a la ineficacia mostrada por los métodos de demanda de conseguir resultados más equilibrados en la organización de la movilidad, han llevado a poner el acento en un enfoque técnico inverso.

Este enfoque, denominado de oferta, supone entender que la localización de esas actividades, y el modo y cuantía en que se manifiesten en el futuro sus interrelaciones, depende de la forma y organización que se dé a las redes de transporte, e incluso de su gestión porque de ella puede depender la funcionalidad del sistema.

Los instrumentos más utilizados en la ingeniería en aplicación de estos métodos emanan de la teoría de organización de objetos fractales¹⁰ y de la teoría de grafos¹¹. La primera se centra en las características morfológicas del sistema territorial generado por la red, con tal de optimizar la relación entre longitud de la red y su eficacia territorial; la segunda, de uso más extendido, permite evaluar las relaciones que se crean entre los nodos del espacio conectados por la red y medir su influencia sobre la conformación del sistema territorial.

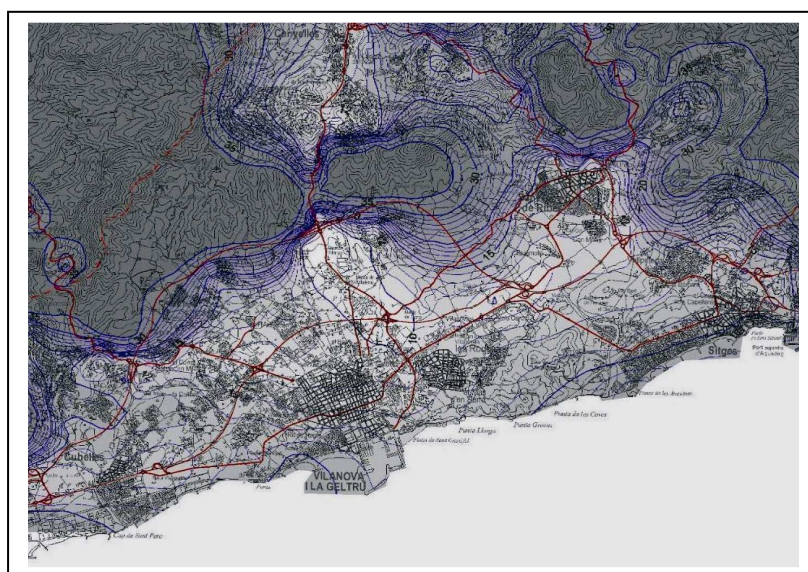
De entre los indicadores que permiten calcular las técnicas de análisis de grafos, los más usados han sido los de accesibilidad, que miden la interacción potencial entre puntos a partir de las características de la red. Las formulaciones de mayor interés ponderan tan solo tiempos promedio que la red confiere por caminos mínimos entre puntos; otras las combinan

¹⁰ FRANHAUSER, P: La fractalité des structures urbaines. Ed. Anthropos, París, 1994.

¹¹ HERCE, M: indicadores topológicos en el análisis de redes. Documents d'anàlisi geogràfica. UAB, Barcelona 1983.

con indicadores económicos asociados a los nodos que une la red, otras introducen la carga real de la red, es decir, el número de desplazamientos, y es de utilidad en ámbitos densos introducir una accesibilidad terminal asociada a cada nodo en función del tiempo promedio de estacionamiento. Los ejemplos que se acompañan del resultado de su aplicación a redes a redes viarias son altamente expresivos de las diferencias de ambas en la cobertura del territorio.

Fig. 8.3.1. Aplicación de indicadores de accesibilidad al estudio de redes viarias.



Fuente: Plan Territorial de Garraf: accesibilidades de la red viaria (Herce-Espelt, 2.005)

Estos instrumentos de los enfoques de oferta están mostrando su utilidad en la planificación de la movilidad y transporte urbanos. Aunque la metodología usada en esos planes siga a menudo anclada en el ajuste de modelos de demanda y en su extrapolación para detectar estrangulamientos en la red (lo que implica siempre recomendar soluciones de ampliación de los corredores más congestionados), los nuevos métodos de medición de la utilidad que la oferta de red da al territorio permiten, por el contrario, plantear alternativas que rompan las tendencias observadas de crecimiento y propicien otra expresión espacial de la movilidad.

Además, esa atención a la forma de las redes y a las conexiones entre sus arcos, ha llevado a incorporar al análisis otras importantes funciones de la calle que habían sido olvidadas en un contexto de exacerbamiento de los requerimientos de circulación del vehículo privado; funciones derivadas del hecho de que ellas constituyen el espacio público de la ciudad, definidor, en negativo, del espacio privatizado, de su parcelación y de su edificación.

El diseño de una calle incorpora a su papel estructurante de la ciudad y a su rol de canal de movilidad, funciones asociadas a la organización de la edificación (como elemento definidor de fachadas, de rasantes de apoyo, de acceso y acometida de los servicios urbanísticos), funciones ligadas a ser canal de paso de las redes técnicas de servicios y espacio de drenaje del agua de escorrentía, y funciones derivadas del hecho de ser lugar prioritario de relación social e, incluso, principal elemento del sistema de espacios libres de la ciudad.

Todas estas funciones no se dan en forma generalizada en todas las calles, ni con la misma intensidad. En determinados tipos de calles serán más prioritarias unas funciones que otras, y dependiendo del volumen de las prioritarias las otras podrán resultar incompatibles o requerirán de muy estudiadas condiciones de compatibilidad del resto.

Es conocida la expulsión de funciones urbanas que las vías segregadas para tráfico de alta velocidad han implicado; pero esa expulsión, o la subordinación con que se han admitido en la ciudad, no es más que reflejo de una incapacidad de resolución de proyecto, de una limitación conceptual previa al establecer los requerimientos programáticos de esa calle.

Fig. 8.3.2. imágenes de la Ronda de Barcelona.



Fuente: apuntes de Instruments de planejament i projectació. Escola de camins. M. herce

La atención sobre la forma del espacio público como respuesta a un programa funcional, ha permitido, entre otras cosas, comenzar a diseñar las calles con otros parámetros, e incluso

entender la utilidad de las vías de gran capacidad en la ciudad siempre que sirvan para extraer la circulación rodada de gran parte de sus calles y se proyecten con criterios en los que prime la necesidad de inserción en la trama urbana y la atención a los requerimientos del lugar donde se ubican y que, a su vez, conforman. Filosofía con la que Barcelona mostró las posibilidades de reconciliación del espacio del automóvil y la ciudad y que, por fortuna, se ha extendido a muchas otras metrópolis.

8.3.1. Lectures de la xarxa amb la teoria de grafos.

Los instrumentos del enfoque de la oferta de redes aplicados a la movilidad emanan en general de la teoría de grafos y, más recientemente, de la teoría de organización de redes con comportamiento fractal. La teoría de grafos permite evaluar las relaciones que se crean entre los diferentes puntos del espacio conectados por una red, buscando medir la influencia de aquel indicador sobre la localización de las actividades urbanas y, en consecuencia, la expresión espacial que adopta la movilidad.

Para ello se utiliza un grafo. El grafo es una representación esquemática de una red de relaciones xarxa de relacions entre un conjunto estable de puntos. Los puntos (nodos), como origen de las relaciones y las líneas que se conectan con características formales (topológicas) diferenciales.

Entre las propiedades más significativas asociadas a esa topología está la posibilidad de lectura del territorio generado con diferentes indicadores¹²:

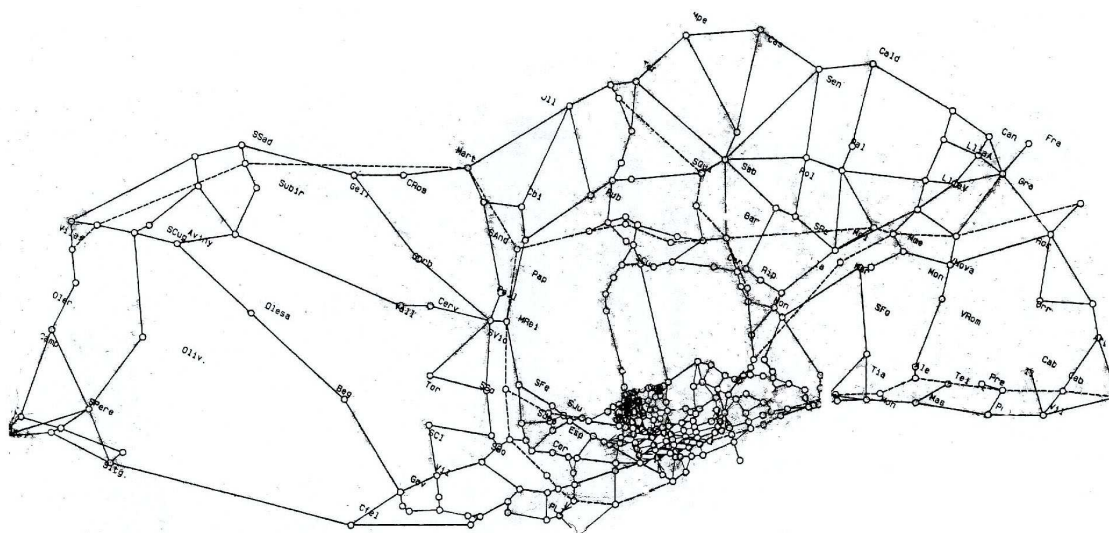
- El grado de conexión interna del grafo, que representa hasta qué punto los arcos existentes solidarizan el sistema; y así se puede hablar de grafos fuertemente conexos, débilmente o no conexos, midiéndose el número de líneas de relación existentes entre las posibles.
- Asociados a los indicadores de conexión se puede hablar de indicadores simples de cobertura, con relaciones de densidad de las redes sobre la superficie del territorio, o sobre el volumen de actividades existente en él.
- La conectividad, que expresa la multiplicidad de conexiones de relación aseguradas por el sistema por la red. No es lo mismo que la conexión porque en este caso interviene la

¹² HERCE, M y MAGRINYÀ, F. La ingeniería en la evolución de la urbanística. Edicions Upc, Barcelona, 2002

posibilidad de recorridos y conexiones alternativas. Entre los indicadores de conectividad más conocidos está el denominado índice β o de Kansky (que es la relación del número de arcos con el de nodos) y el denominado índice ciclomático ($\mu = a - n + p$; siendo a =arcos, n =nodos, p =subgrafos posibles no conectados entre si) que expresa el número máximo de circuitos posibles.

- La homogeneïtat que mide el grado de igualdad que la red confiere a todos los puntos del espacio, y la isotropía que mide la capacidad de la red de penetrar el espacio en diferentes direcciones.

Fig. 8.3.1.1. Grafo de la red viaria del Area metropolitana de Barcelona.



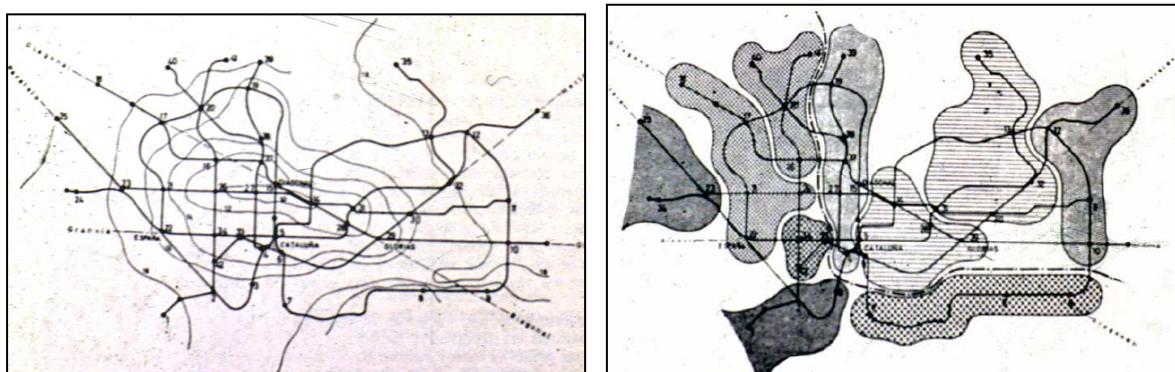
Fuente: M. Herce: anàlisis de las transformaciones topológicas de la Red viaria metropolitana. Ayuntamiento de Barcelona, 1.994

Para el cálculo de ésta se precisa de la construcción de matrices que expresen la distancia (o el tiempo o la variable oportuna según el objeto de análisis). Si se introduce la noción temporal aparece el concepto de accesibilidad, que es el más usado para los estudios de redes de transporte y para decisiones ligadas a la movilidad. El índice de accesibilidad entre dos puntos expresa la inversa del tiempo de recorrido por el camino mínimo.

Los indicadores de accesibilidad más utilizados son la accesibilidad simple ($a_{ij} = 1/t_{ij}$, o desde un punto hasta el resto del sistema) y la accesibilidad combinada o centralidad que expresa

el promedio de accesibilidad de cada punto al resto ($a_i = \sum_j a_{ij} / \sum_j \sum_i a_{ij}$). Los valores se representan por curvas isocronas, que unen puntos del mismo valor de la accesibilidad.

Fig. 8.3.1.2. Curvas isocronas de una red continua o discontinua.



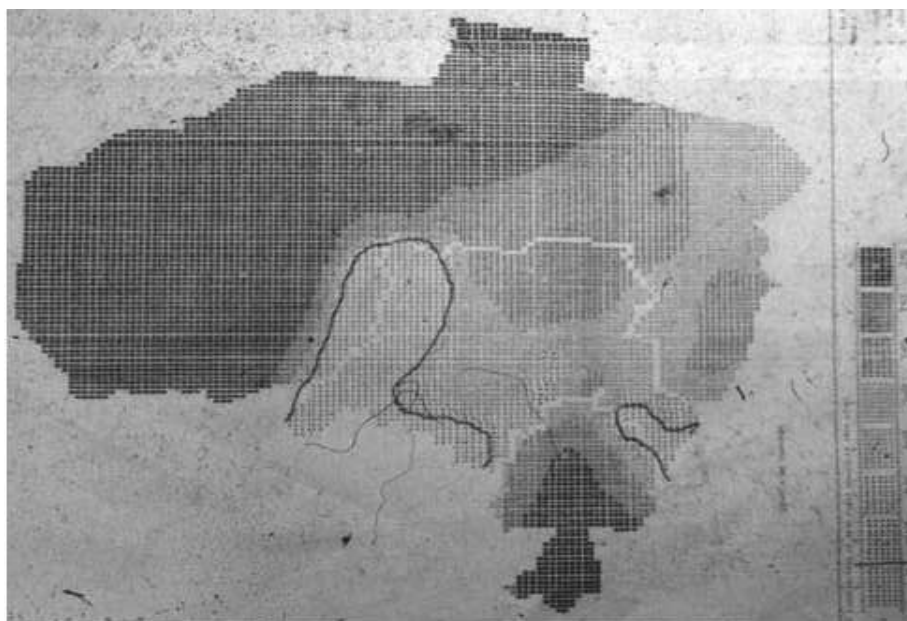
Fuente: Solans, J.A.: La red de ferrocarril metropolitano. Colegio arquitectos Cataluña, 1.974

La formulación de la accesibilidad adopta diferentes expresiones según se hable de redes viarias continuas o de redes de apertura discontinua sobre el espacio, como las de transporte colectivo. El procedimiento de cálculo es análogo, pero en las segundas no es posible interpolar valores intermedios a lo largo de un arco, y es desde los nodos desde donde se fabrica la accesibilidad sobre el territorio. Ver Figura 8.3.1.2.

La medida de indicadores de accesibilidad de transporte colectivo ha de tener, además, en cuenta no solo los tiempos de recorrido, sino los de acceso, intercambio y espera. Sobre el tiempo de acceso, cuyo valor máximo depende de la fiabilidad de frecuencias y de su valor, el Decret 344/2.006 de Regulació dels Estudis d'avaluació de la Mobilitat Generada en Catalunya establece un recorrido a pie de como máximo 750 m.

La consideración de funciones de utilidad de la estación ligadas a la frecuencia, permite elaborar planos de cobertura mas sofisticados que los de simples círculos que se utilizan habitualmente. Estas funciones de utilidad establecen una relación entre el tiempo de accesos a pie que el ciudadano está dispuesto a invertir y la frecuencia y regularidad del servicio; la combinación de líneas que se da en los lugares de intercambio prima la función y permite establecer la mayor cobertura espacial de estas.

Fig. 8.3.1.3 Gradiente de cobertura de una red de transporte colectivo



Fuente. M. Herce. *L'espai urbà de la mobilitat*. Edicions UPC, Barcelona, 2.007

Es obvio que este tipo de instrumental resulta muy útil para medir el porqué una determina red organiza el territorio de una cierta manera, y explicarse así la expresión espacial de la movilidad. Y permite ir al fondo del problema, provocando cambios en esa expresión mediante los cambios en la localización de actividades y en la propia forma de la ciudad que producirá otra red viaria¹³

En los ejemplos de Planes de movilidad urbana que se analizan en el apartado siguiente se ha hecho amplio uso de este tipo de instrumentos.

8.3.2. Lectura de las redes a través del análisis fractal.

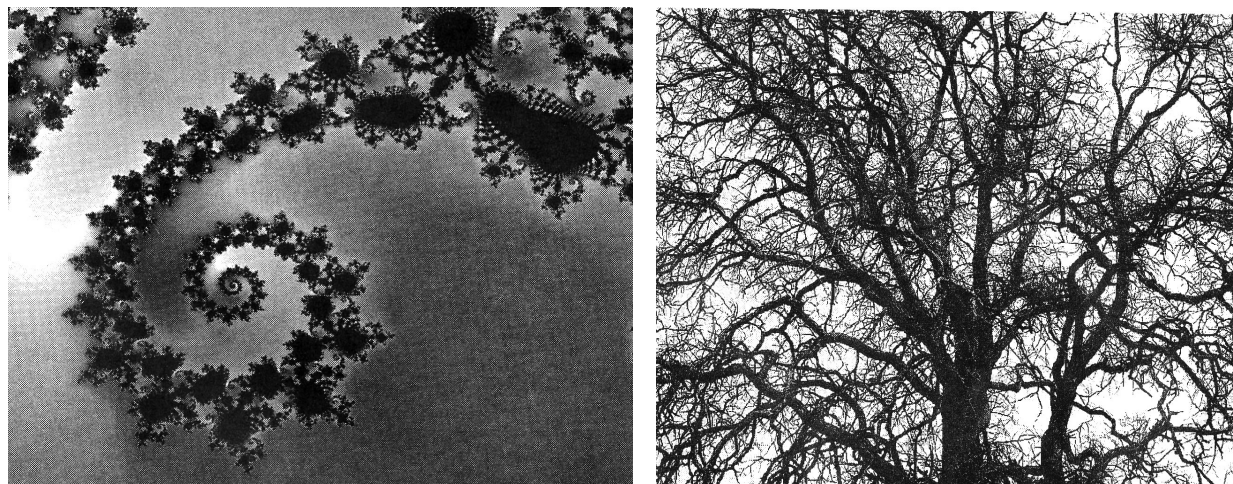
El análisis fractal se centra en las características morfológicas de las redes con la finalidad de optimizar la relación entre longitud de la red y su cobertura territorial.

La teoría fractal tiene su origen en los estudios sobre la formación dels cristales de Von Koch, que demuestran que tienen una superficie creciente mientras inalterable la longitud de sus aristas. El análisis de muchas formas que adopta la naturaleza muestra este comportamiento de tipo fractal, lo que determina su forma es un determinado estadio de una ley fija de

¹³ HERCE, M. Tesis doctoral sobre Variantes de carreteras y forma urbana. UPC, 1995

desarrollo que responde siempre a la misma ley de división iterativa que mantiene constante la relación entre superficie cubierta y longitud de las aristas.

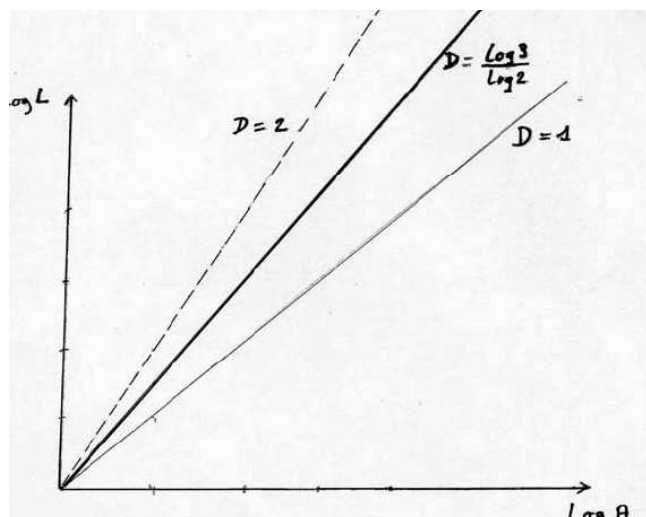
Fig. 8.3.2.1. Formas fractales en la naturaleza



Fuente. M. Herce. L'espai urbà de la mobilitat. Edicions UPC, Barcelona, 2.007

Mandelbrot¹⁴ ha demostrado que en estas formaciones se mantiene constante, en cada sector y en la totalidad de la figura, la relación entre el logaritmo de la longitud de aristas y el de la superficie cubierta. Esta relación, ha comprobado, varía entre valores de 1 a 2, según la fase de desarrollo de la Ley de conformación de la forma.

Fig. 8.3.2.2. Relación logarítmica según estadios de desarrollo de una figura fractal.



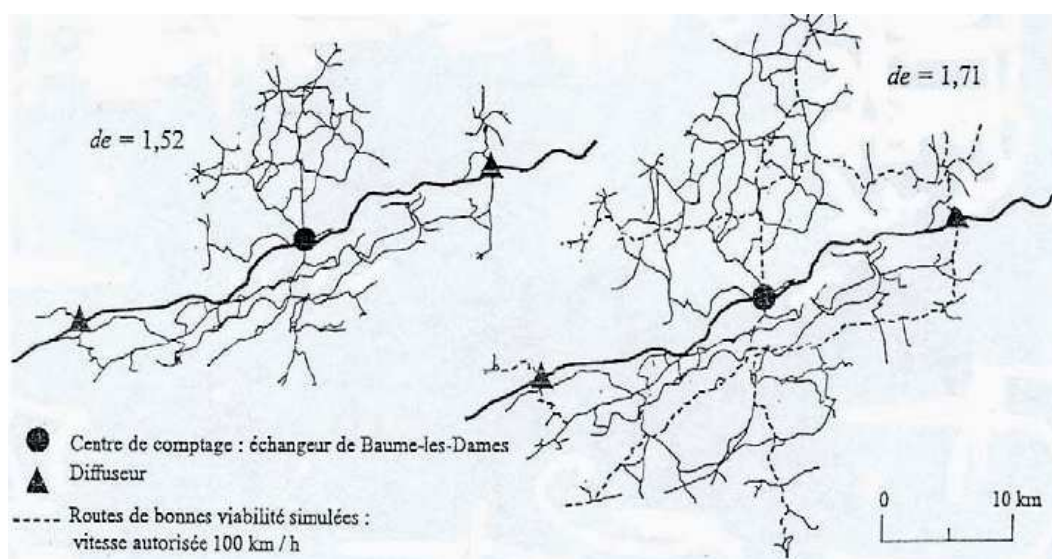
Fuente: Mandelbrot: Els objects fractals.

¹⁴ MANDELBROT, F. Els objects fractals. Ed. Flamarion, Paris, 1975

De esta manera, la geometría fractal permite estudiar las tendencias de cobertura territorial de una red, los desequilibrios que crea entre zonas, y las intervenciones que serían necesarias para alcanzar otro modelo territorial.

Por ejemplo, Dupuy ha realizado una aplicación de este tipo para determinar los cambios de salidas de una autopista en el sur de Francia y de las nuevas carreteras secundarias que completarían la eficacia de la red total.

Fig. 8.3.2.3. Utilización del análisis fractal para un proyecto viario.

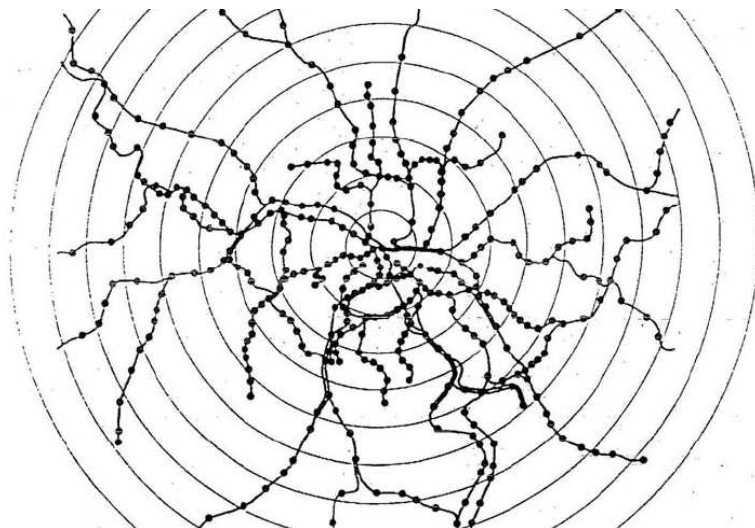


Fuente: Dupuy, G: L'espace de l'automobil. Editions Antrophos, Paris, 1.998

También el mismo autor ha realizado estudios de cobertura de la red del RET y de metro de París, analizando la relación fractal entre número de estaciones y superficie (en realidad radio) de los diferentes sectores en torno a la ciudad.

Todavía es pronto para disponer de instrumentos operativos de este tipo de enfoque para los Planes de Movilidad, pero ya comienzan a desenvolverse aplicaciones de este tipo como la que se muestra para la red de transporte por autobuses de Figueres, donde se ha combinado un indicador de cobertura propio de la teoría de grafos con un análisis de forma de red análogo al del ejemplo de París mostrado en la figura.

Fig. 8.3.2.4. Utilización del análisis fractal en la planificación de la red de transporte colectivo de infraestructura fija de l'Ile de France.



Fuente. M. Herce. L'espai urbà de la mobilitat. Edicions UPC, Barcelona, 2.007

8.4. DIVERSAS APROXIMACIONES A LA PLANIFICACIÓN DE UNA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE.

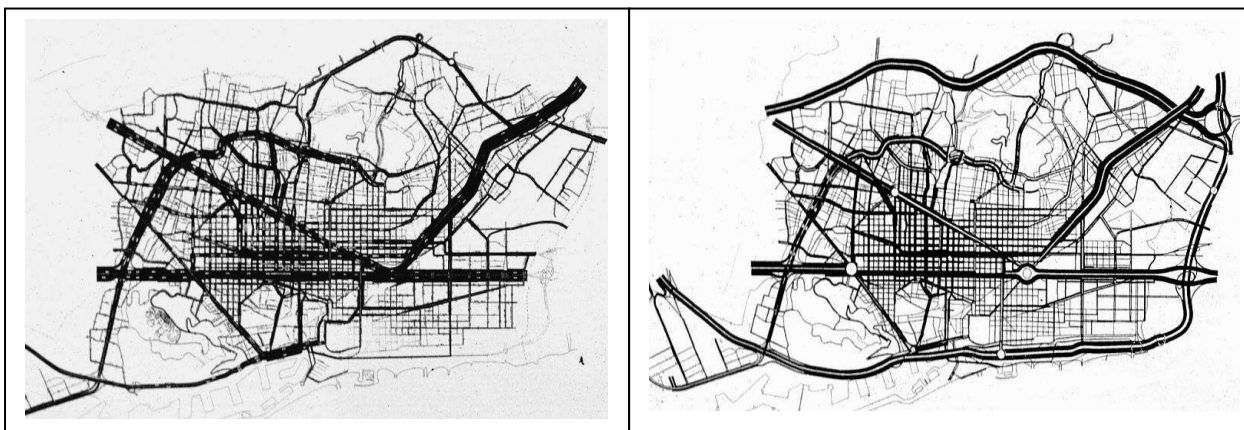
Desde hace más de una década vienen desarrollándose diferentes ejercicios de planteamiento de una movilidad sostenible urbana en diversas ciudades españolas. Podría citarse el ejemplo paradigmático de San Sebastián que a conseguido cuotas de movilidad en bicicleta cercanas al 15 % del total de desplazamientos urbanos, o de Pamplona y Sevilla que han mejorado sensiblemente la cuota de participación del transporte público a partir de una decidida mejora de este sistema combinado con la restricción en áreas centrales al vehículo privado.

Barcelona fue pionera en este tipo de enfoques, no solo con la introducción de áreas de velocidad 30, sino con la adopción de una nueva metodología de trabajo que implicaba el entendimiento de que no solo la distribución modal de los viajes, sino incluso el uso del vehículo privado y la propia cuantía promedio de la movilidad de las personas dependía de la oferta de espacio público adaptado a diversas formas de movilidad, y de sistemas de transporte eficientes.

Así, las propias Rondas Viarias del periodo olímpico fueron concebidas como el espacio del automóvil (de la distribución urbana) que permitía recuperar espacio viario para otras formas de movilidad. Y así se intervino sobre muchas de las calles de la red básica que los estudios de tráfico asociados al dimensionado de las Rondas marcaban con pérdida de tráfico. Es curioso que en las calles de ese estilo donde se intervino reduciendo calzadas (Avda. Meridiana, calle Aragón, etc.) se ha logrado una reducción de tránsito hasta los niveles que señalaban aquellas estimaciones, mientras que se ha incrementado el tráfico en las calles donde no se intervino y aparentemente deberían bajar de carga.

El entendimiento de que es la oferta de espacio lo que determina el uso del mismo por las diferentes formas de movilidad, ha guiado los diferentes Planes de movilidad de la ciudad: A la actuación sobre áreas V 30 y sobre reducción de calzadas, siguió una decidida apuesta sobre el carril bici (que culmina con la bicicleta de alquiler público, *bicing*) y en la actualidad con la propuesta de reestructuración de la red de buses para conformar una malla sobre supermanzanas 3x3 dejando el resto del espacio con tratamiento de pacificación.

Fig. 8.4.1 Arañas de tráfico anterior y prevista por la construcción de las Rondas



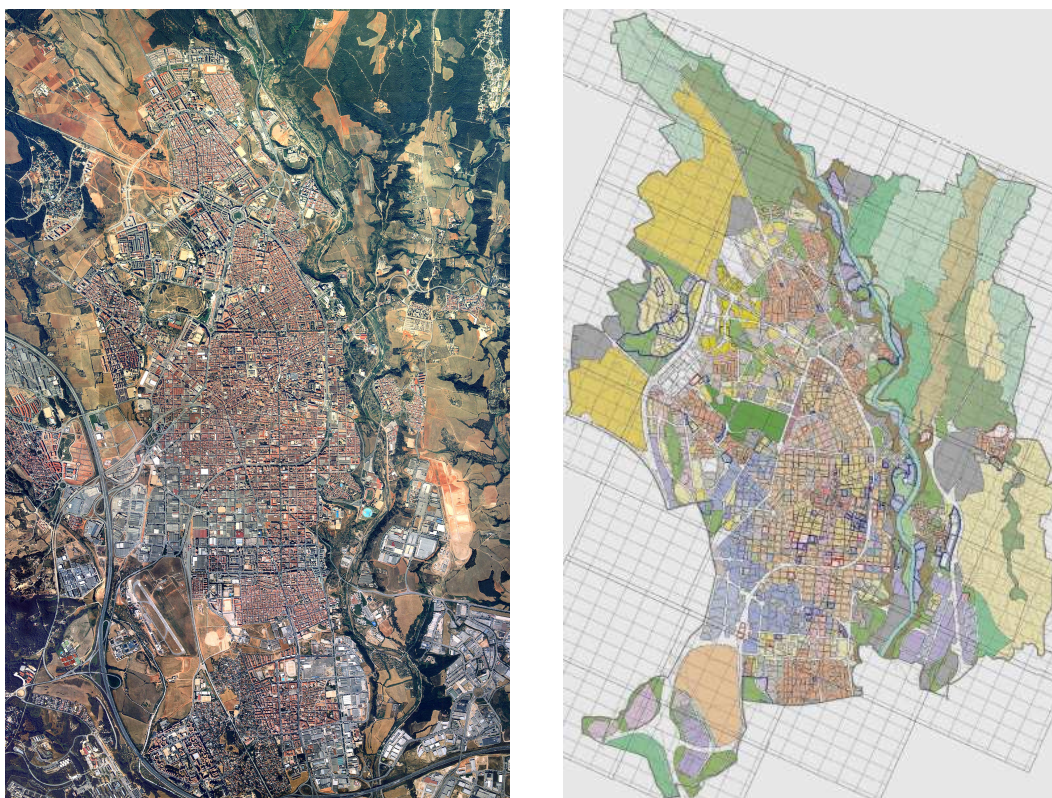
Fuente: Herce, M: L'espai públic de la Mobilitat. Edicions UPC; Barcelona, 2.007

De entre los variados ejemplos de Planes de Movilidad sostenible que comienzan a existir en Cataluña, se han seleccionado cuatro, porque son los que mejor sirven de ejemplo a los efectos de los distintos aspectos que se pretenden analizar en esta Tesis. El hecho añadido de que hayan intervenido en ellos diferentes profesores del Doctorado en el que se inscribe la Tesis, ha ayudado a su análisis y comprensión.

8.4.1. La conformación de la oferta viaria como base de especialización del espacio para cada forma de movilidad: el ejemplo del plan director viario de Sabadell.

El Plan Director Viario de Sabadell (2001), anterior a la legislación específica catalana sobre movilidad, propuso una metodología de aproximación que buscando la especialización de redes diferenciales para cada tipo de movilidad utilizó un análisis de las redes basado en la teoría de grafos y en indicadores de cobertura, centralidad y accesibilidad. En la Figura 8.4.1.1 se aprecia el territorio sobre el cual se propone dicho Plan Director Viario y un esquema del Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Sabadell.

Fig. 8.4.1.1. Municipio de Sabadell y Plan General de Ordenación Urbana.



Fuente: Pla Director Viari de Sabadell. Ajuntament de Sabadell. Departament de Infraestructures del Transport i del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya. 2.001.

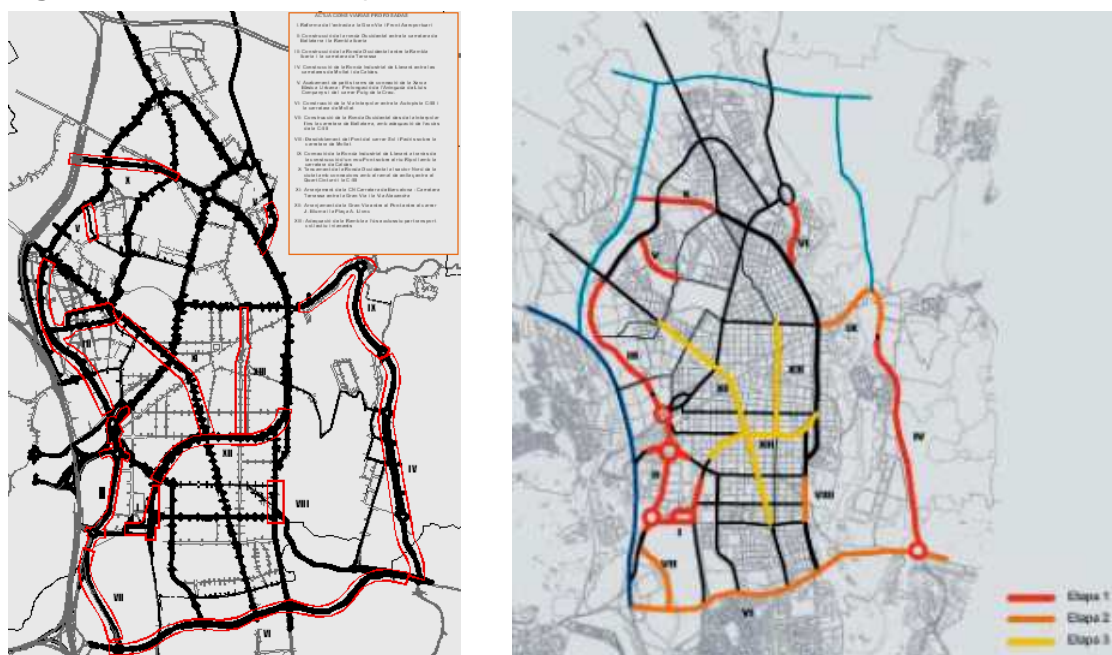
Se parte de la comprensión de que el sistema viario debe soportar todos los tipos de sistemas de movilidad, tanto de personas como de mercancías, cumpliendo de forma no tan directa, importantes funciones de apoyo a la urbanización, convirtiendo dicho sistema viario en un canal de paso de redes, infraestructuras y servicios urbanos, así como ser espacio de

comunicación y vida social urbana, lo cual hace que se necesite una adecuada articulación con el ecosistema verde de la ciudad.

La mayoría de las propuestas de intervención de un Plan se realizan sobre el espacio viario, lo que no significa que se éstas se realicen bajo la concepción de predominio del automóvil sobre otros modos de transporte, como, de forma equivocada se ha entendido el viario urbano en el pasado. En el Pla Director Viario se buscaba, por el contrario la concreción y definición de diferentes tipos de redes que soporta el sistema viario, como lo son: accesos a la ciudad desde las redes de conexión regional; red viaria básica de distribución del tráfico motorizado por la ciudad; red de transporte colectivo urbano; redes de itinerarios peatonales y circuitos de carril bici; y áreas no especiales de coexistencia entre peatones y vehículos, con limitación de circulación para estos últimos.

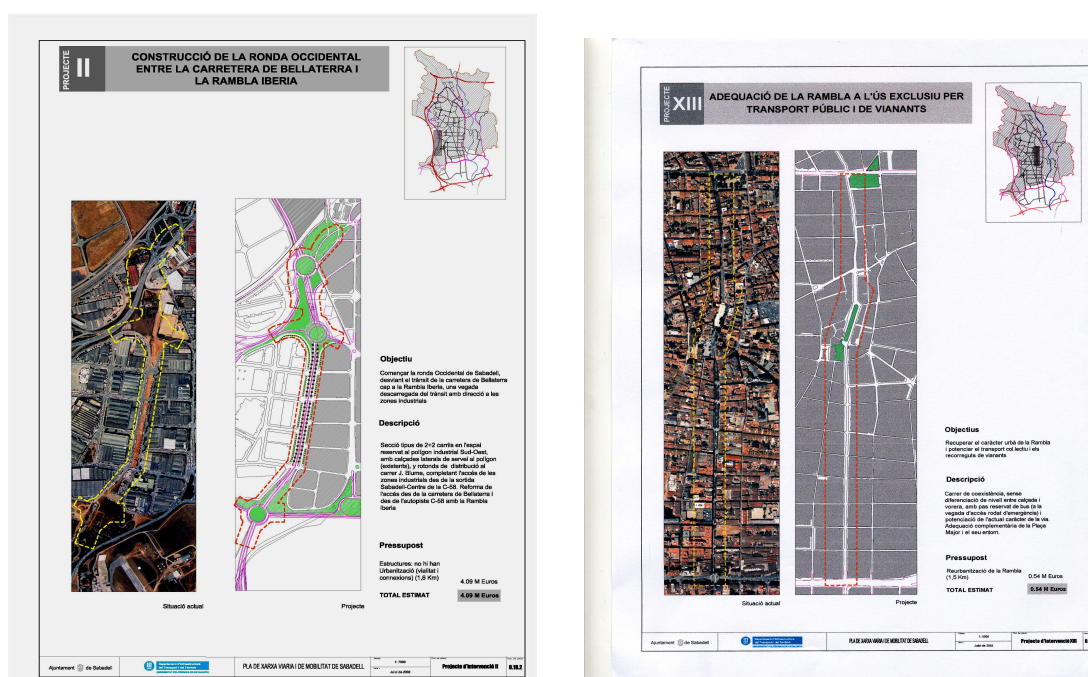
El Plan concluye con dieciséis propuestas de construcción o remodelación de calles, consideradas prioritarias para la consecución final de los objetivos del Plan; así mismo se definen las características de cada uno de los proyectos, se estima su costo y se pone de manifiesto las posibles vías de financiamiento. Se uso un esquema de programación temporal en la inversión, en la medida en que algunos proyectos no podrían realizarse ni ser de utilidad sin la existencia de otros más urgentes.

Fig. 8.4.1.2. Listado de Propuestas de Intervención del Plan Director Viari de Sabadell.



Fue pues esta voluntad de acabar definiendo pocas y seleccionadas intervenciones concretas de urbanización (con diseño a nivel de anteproyecto, valoración y programación de obras) al servicio del Plan de Movilidad, lo que comienza a diferenciar este documento de los estudios típicos de demanda (comentados en el capítulo 4) que se limitan a análisis cuantitativos y listados de tal número de obras que rápidamente se detecta su imposibilidad de ser abordadas

Fig. 8.4.1.3. Ejemplo de alguna propuesta de intervención sobre el espacio viario

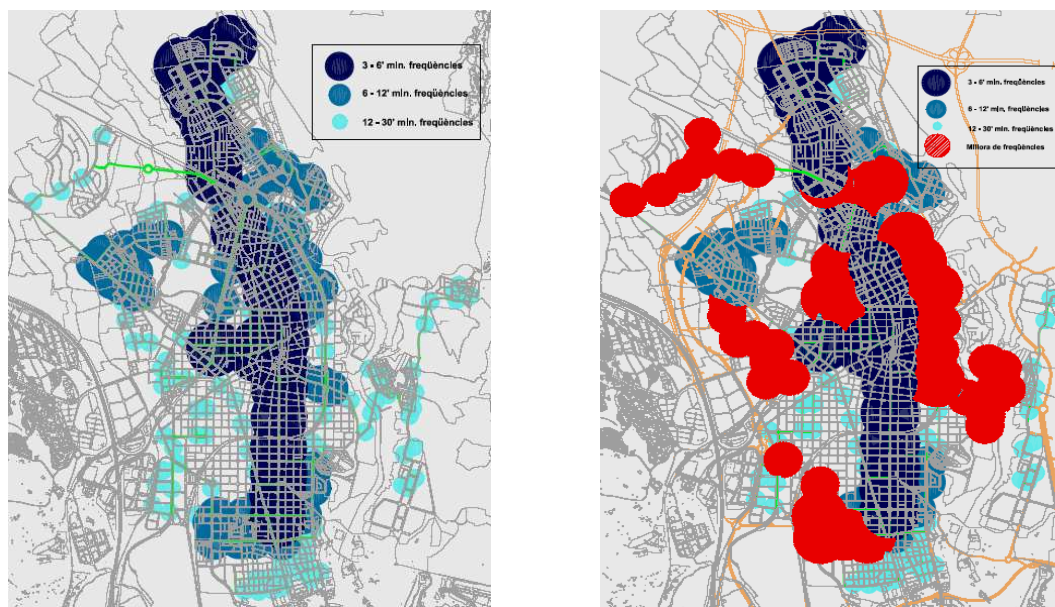


En cuanto a la metodología empleada, y para llegar a esta propuesta de redes complementarias y de selección de la adaptación precisa de calles para servir a todas ellas con la menor inversión total, se utilizó una clara aproximación de oferta que analizaba la topología de la red precisa desde tres perspectivas.

1. Cobertura de la red de transporte colectivo, en comparación a los barrios origen de viaje y las zonas destino de los mismos. Este análisis de cobertura utilizó un grafo de una red discontinua y le aplicó un algoritmo de cálculo de accesibilidades combinadas entre puntos que utilizaba como tiempo de conexión la sumatoria del tiempo de recorrido, más la mitad de la frecuencia en horas de mayor atención, más in tiempo promedio de acceso de 10 min.

Con ese tipo de análisis se comparó la red actual y la propuesta y se seleccionaron las calles que deberían ser objeto de intervención a ese fin. Tal y como se muestra en la Figura 8.4.1.4

Fig. 8.4.1.4. Cobertura de la red actual y propuesta de autobuses urbanos.



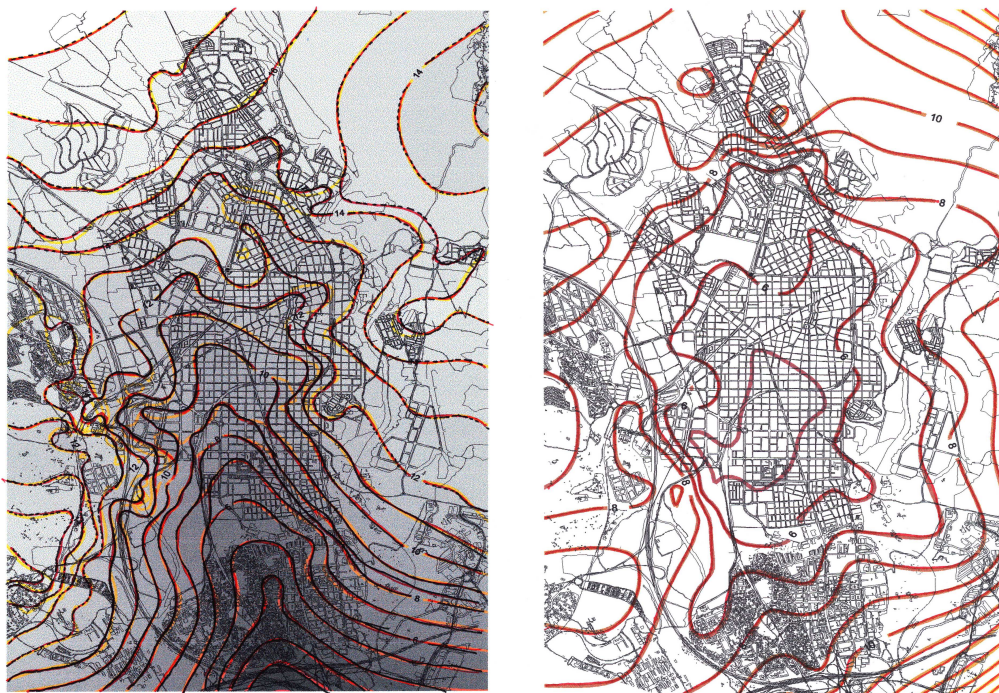
2. Como se ha referido con anterioridad (Ver Capítulo 4), los estudios de transporte han estado enmarcados dentro de los llamados enfoques de demanda, que buscan, mediante una prognosis cuantitativa de la demanda futura de movilidad, la adecuación de una red viaria y de los sistemas de transporte que puedan absorber dicha movilidad futura.

Aunque se ha resaltado que la metodología del enfoque de demanda ha aportado adelantos instrumentales importantes que permiten avanzar en un análisis de la situación de movilidad en las ciudades, la práctica ha demostrado la errada aplicación de dicho enfoque en la organización del transporte en el medio urbano. Entre otras cosas señaladas, el dimensionado de las calles responde por lo general al cálculo de los deseos futuros de viajes en vehículo privado, lo que ha conllevado a una ampliación cada vez mayor de las mismas rutas, creándose un círculo vicioso difícil de romper, en el cual, se refuerzan las rutas o ejes por medio de un nuevo dimensionado, lo que genera un nuevo incremento del tránsito ya que se posee mas espacio, lo cual lleva nuevamente a reforzar los mismos ejes y así sucesivamente.

No obstante, el instrumental de estimación de la distribución de tráfico basado en métodos de demanda puede valer si no se toma como predeterminador de la oferta viaria futura sino como mecanismo de detección de problemas futuros y de test de diferentes alternativas a esa situación. El Plan Director Viario de Sabadell aplica la metodología de los denominados enfoques de Oferta, que luego se describe, para poder detectar la topología de la red para una adecuada distribución de la circulación (una vez quitadas de la misma las calles destinadas al TPCU) y luego realiza diversas comprobaciones de velocidad y capacidad hasta ajustar la araña de distribución futura.

Pero previamente a ello determina la configuración de la red viaria que permitirá adoptar otra organización de la circulación, no tan dependiente de los accesos directos y concentrados a la autopista en dos puntos externos a la ciudad y que, en la actualidad, penetran hasta el centro. Para determinar la topología de una red que posibilite itinerarios múltiples utiliza indicadores de accesibilidad desde diferentes accesos y combinados para la red interna, seleccionando así las vías del Plan General que son precisas construir.

Fig. 8.4.1.5. Curvas isócronas del análisis topológico de la red viaria. Accesibilidad desde accesos a la ciudad, centralidades (accesibilidad combinada) de la red interna,

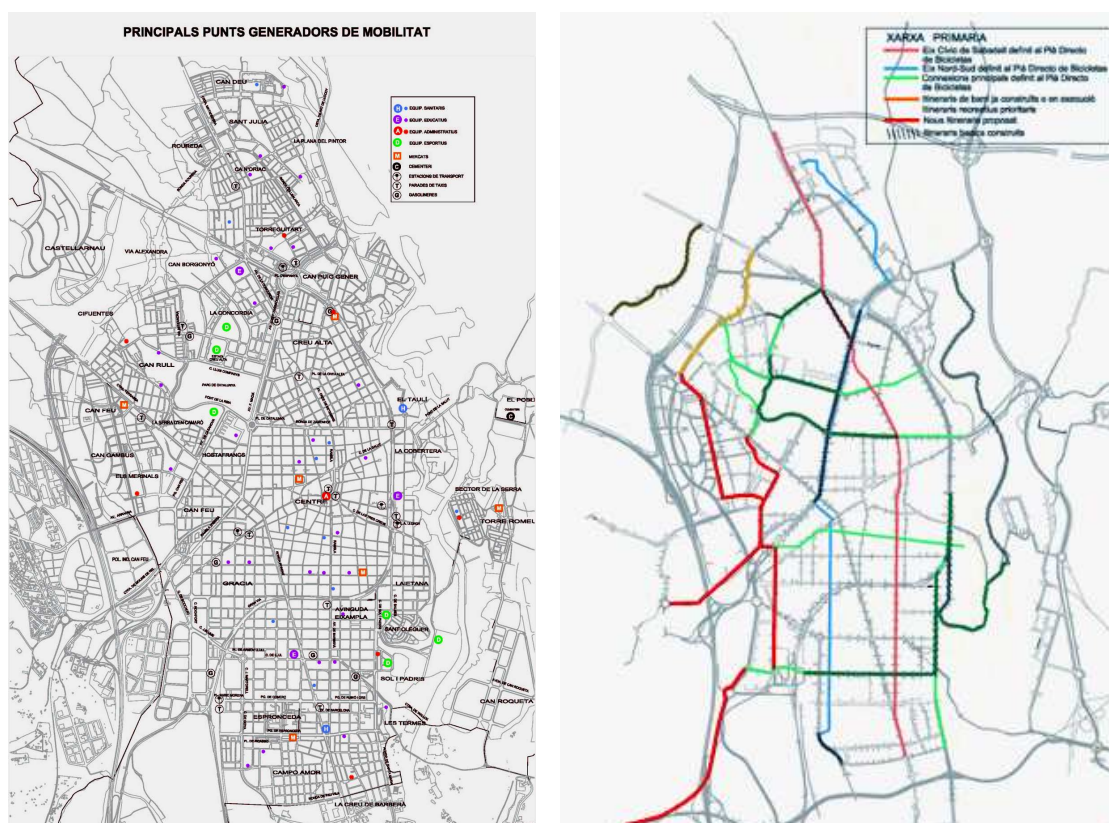


3. Detección de itinerarios peatonales a proteger y adaptar sobre la base de la detección de secuencias de equipamientos culturales, educativos y administrativos, así como parques urbanos, zonas deportivas y áreas comerciales.

En el señalamiento y detección de esos itinerarios se buscaba, en complementariedad con los análisis de la red anterior, la coincidencia con áreas residenciales de alta densidad y frecuentación urbana. Se determina así unos pocos itinerarios que dan continuidad a través de la ciudad a los espacios naturales preservados al norte de la ciudad, y conectan parques y equipamientos por las tres calles más emblemáticas de la ciudad.

Algunos de estos itinerarios trascurren por el área central reservada a peatones de la ciudad, pero es conveniente remarcar que se trata de dos conceptos distintos. Otros son coincidentes con recorridos de carril bici.

Fig. 8.4.1.6. Áreas de equipamientos e itinerarios peatonales.

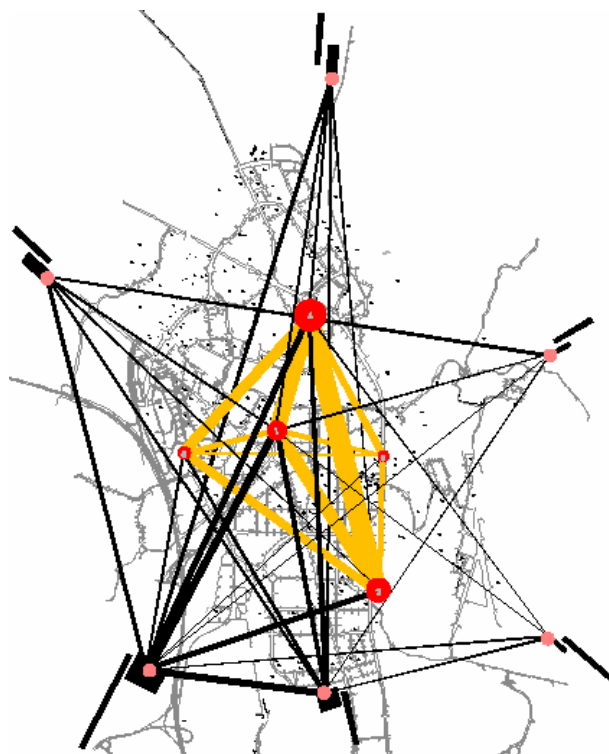


Respecto al proceso metodológico seguido, puede exponerse que se resume en los siguientes pasos:

- Estudio y análisis de la movilidad actual, diferenciando entre desplazamientos “Intramunicipales” e “Intermunicipales”, ya que su satisfacción depende de supuestos diferentes, con una variedad de modos de transporte menos amplia para estos últimos.
- Conocimiento de la actual carga de la red viaria por la circulación de vehículos motorizados, tanto públicos como privados.
- Análisis de la organización espacial de la ciudad y de la localización de los usos urbanos como atractores o generadores de movilidad potencial. Localización de las actividades y los equipamientos generadores de movilidad.
- Análisis de la capacidad de la red viaria, diferenciando los tipos de calles que presentan características más adecuadas para los diferentes tipos de movilidad o que posiblemente pueden ser adaptadas a uno u otro tipo.

En la Figura 8.4.1.7. se aprecia la expresión de la movilidad en el momento del estudio.

Figura 8.4.1.7. Expresión de la movilidad en el Municipio de Sabadell



- Análisis de cómo la forma de la red, su topología, es un importante condicionante de la organización de las actividades en el territorio y, por lo tanto, de la expresión de la movilidad en la ciudad. Para ello, se deben detectar las áreas centrales y marginales de la ciudad, las barreras a la permeabilidad de los flujos y la capacidad de penetración a la ciudad desde los principales accesos.
- Análisis de la capacidad y cobertura de las redes de transporte colectivo de la ciudad, respecto a la distribución y densidad de la población por barrios y a la ubicación de áreas destinadas a usos productivos.

Se proponen cuatro niveles de intervención sobre la red básica, estos son:

- Obras de construcción y adecuación de la red viaria básica, que es en la cual se concentra el tránsito privado de distribución urbana.
- Reestructuración de la red de transporte colectivo urbano con el fin de adaptarla a la nueva propuesta de movilidad, buscando obtener una mayor participación según el modo de transporte.
- Creación de una red peatonal y de carriles bici protegida, que refuerce este tipo de movilidad.
- Ampliación del área de peatones en zonas centrales e introducción de políticas de creación de calles de coexistencia, con limitación del tránsito privado, en los tejidos urbanos más frágiles de algunas zonas de la ciudad.

Las propuestas fueron analizadas cubriendo cuatro perspectivas diferentes, las cuales son:

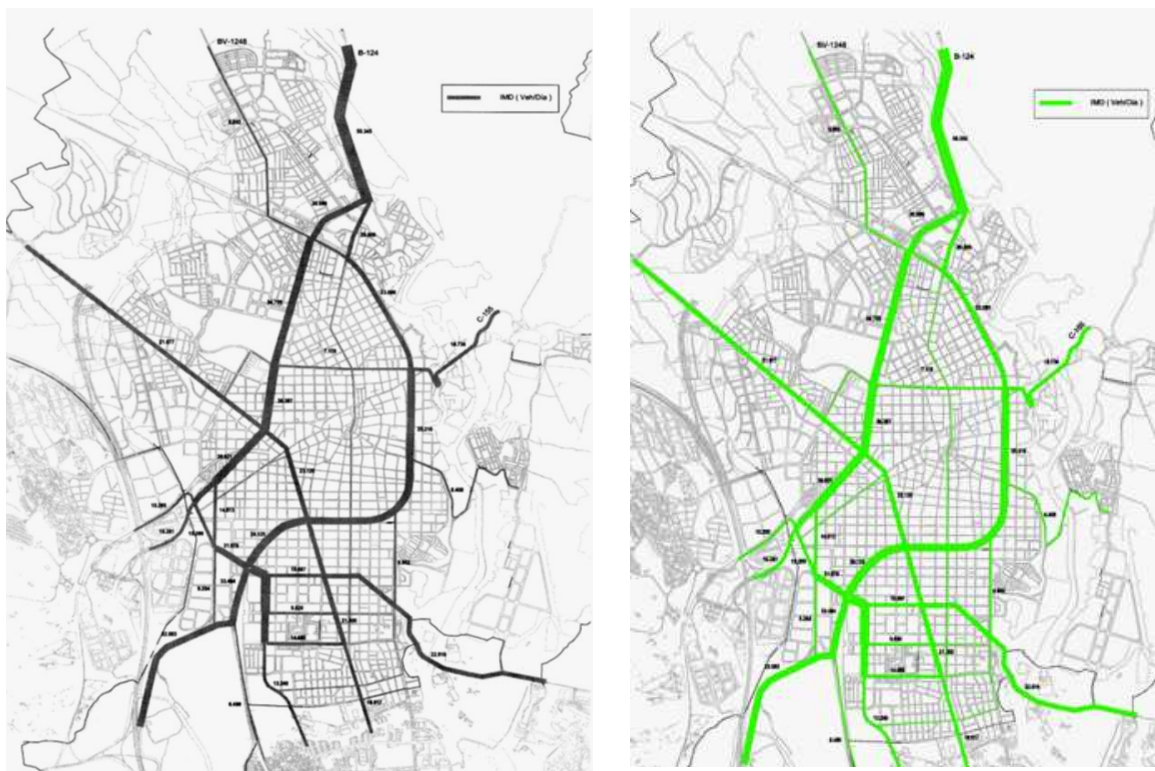
- *Cobertura espacial de las diferentes redes propuestas para la ciudad.* El análisis de cobertura espacial que las nuevas redes propician es el primer producto que se debe obtener, pues ya que se ha adoptado la aplicación del enfoque de oferta, se espera la consecución de una red más permeable, isótropa y con recorridos alternativos que posibiliten lograr los objetivos del Plan.
- *Mejoras en la distribución de la circulación y el tránsito.* De conseguirse los objetivos de organización de las redes viarias, la distribución de la circulación podrá lograrse desde un planteamiento de gestión eficaz de una red múltiple, en la cual el sistema de transporte colectivo mejorará la cobertura y el tiempo de recorrido entre zonas y en donde los

desplazamientos autónomos poseerán su propio espacio protegido de los desplazamientos motorizados.

- Requerimientos sobre *modificaciones del Plan General de Ordenación* que exijan trámites administrativos complementarios.
- Disponibilidad y *Viabilidad financiera* de las propuestas.

Un tema relevante desde el punto de vista metodológico es la combinación de instrumentos propios de los modelos de demanda con este enfoque de oferta. Así, utiliza una prognosis de tráfico realizada recientemente por la empresa DOYMO para la ciudad y la compara con la distribución deseable que la ciudad debería alcanzar como meta. Con uso del elemental software TransCad va alterando capacidades y velocidades en los arcos hasta conseguir la distribución querida; pero no novedoso es que lo que antes eran *inputs* del modelo (que normalmente se prestan a manipulaciones internas, poco comprobables, como se ha comentado en el capítulo 4 de esta tesis⁹ se convierten en *outputs*, de forma que *las calles de la red básica se diseñan para conseguir esas velocidades y capacidades*.

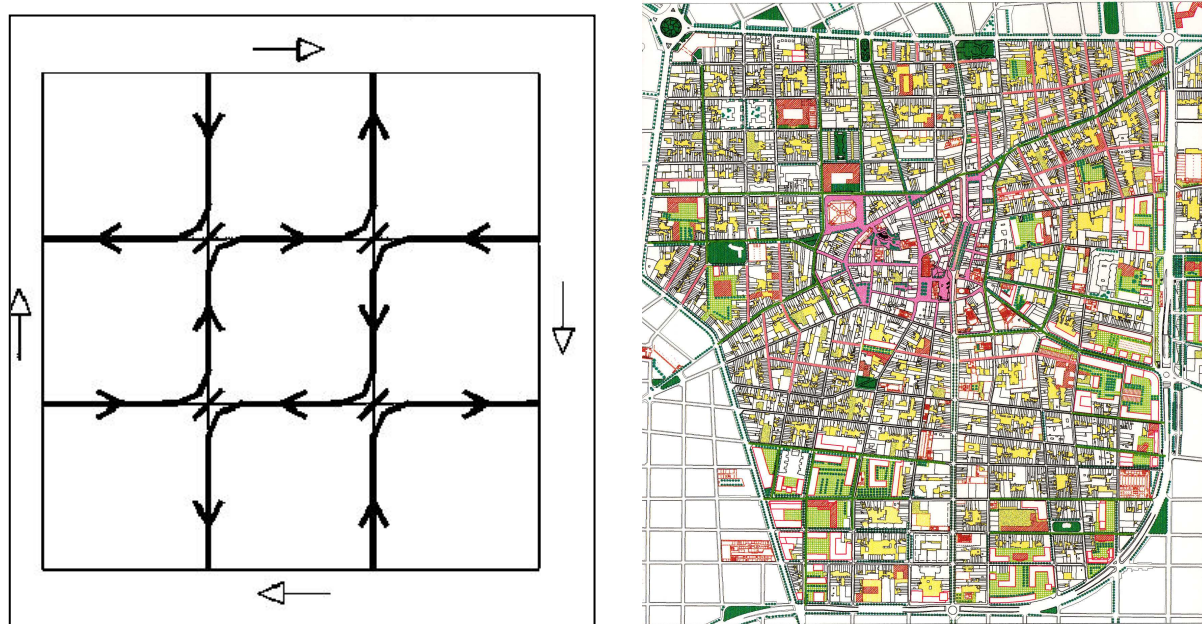
Fig. 8.4.1.8. Araña resultante del modelo de demanda y araña a conseguir con modificaciones de capacidad y velocidad en cada arco.



Respecto a la construcción o adecuación de la red viaria básica, la mayor parte de las intervenciones previstas afectan a la construcción de una ronda interior conectada en varios puntos a la red exterior de autopistas. Esta ronda, permitirá remodelar la entrada a la ciudad por la Gran Vía, disminuyendo así la carga de tránsito de paso y posibilitando la adecuación de ésta a avenida urbana para todos los modos y solicitudes de carácter urbano; así mismo permitirá la remodelación y adecuación de espacios públicos que se encuentran actualmente congestionados.

Otras operaciones, como por ejemplo la readecuación de la carretera de Terrassa, buscando que su sección sea favorable para el transporte colectivo; o la transformación de la Rambla con la supresión del tráfico motorizado privado, el cual será desviado por otras calles de acceso al centro de la ciudad, todo esto enmarcado en la creación de una política específica para la movilidad en el centro.

Fig. 8.4.1.9. Tratamiento de la circulación de penetración al centro.



La financiación total de las propuestas asciende aproximadamente a 70,2 millones de euros, de los cuales el municipio debería aportar aproximadamente 35 millones, programándose entonces las obras en tres cuatrienios de inversión, lo que representa cerca de 12 millones de euros cada cuatrienio.

8.4.2. La filosofía de la pacificación del tránsito y de la coexistencia: el ejemplo de mataró.

En los años 80' el desarrollo urbanístico de la ciudad estaba estancado, teniendo que la superficie de suelo urbanizable ha ido creciendo desde entonces en forma clara y sostenida, a un vertiginoso ritmo. A comienzos de la década de los 90', la necesidad de consolidar los nuevos suelos establecidos por la construcción de la Ronda de Mataró y debido a la favorable coyuntura económica, ponen de manifiesto la necesidad de revisar el P.G. 1977, siendo finalmente aprobado en 1996; para esta época prácticamente se agotaron las previsiones de nuevas zonas residenciales e industriales que el P.G. había hecho hacía 15 años.

La existencia de una mayor conciencia medioambiental, que aplicada al urbanismo exige un planteamiento cada vez más territorial y una firme actitud respecto a la conservación de los espacios naturales, se traduce en la necesidad de planear un crecimiento menos extensivo donde exista una transformación de los propios tejidos urbanos existentes fomentando en muchos casos la mezcla de usos.

El objetivo actual de la ciudad es definir nuevas potencialidades para los suelos disponibles, planteando una estrategia urbana renovada que se enfocará en las siguientes líneas de actuación:

- Reconsideración de los usos previstos para el suelo urbanizable pendiente de desarrollo en el entorno de la carretera de Argentona.
- Delimitación de los nuevos sectores de transformación en el suelo urbano que permiten remodelar tejidos urbanos que se han tornado obsoletos.
- Un nuevo equilibrio territorial para los equipamientos y los espacios libres.
- La adecuación de las reservas de suelo para infraestructuras a las nuevas necesidades de movilidad, tanto privada como de transporte colectivo con especial atención en la red ferroviaria.

Dentro de estas estrategias, el abanico de objetivos que busca el Plan de Movilidad Urbana, se destacan el de la recuperación del trazado de la antigua travesera que busca redistribuir el tránsito urbano y evitar el tráfico de paso por ella, aprovechándose la oportunidad para construir una nueva fachada urbana, que aporte mejoras a la calidad ambiental; así mismo se busca redistribuir el tránsito global de la ciudad por unos nuevos ejes viarios básicos, que

posean mayor capacidad ambiental, la recuperación ambiental de las antiguas avenidas o vías de acceso, proporcionándose unas funciones más urbanas y locales que permitan un mayor porcentaje de desplazamientos autónomos sobre el tejido urbano.

Se busca entonces que los nuevos proyectos sobre la red viaria, definan el límite urbano, permitiendo diferenciar entre exterior e interior, analizando detenidamente la posición de los enlaces de accesos a la ciudad respecto a la accesibilidad y centralidad de los nuevos crecimientos urbanos; además de ello, es necesario el establecimiento de un nuevo equilibrio territorial urbano a partir de la accesibilidad y centralidad urbana que proporcionan tanto los nuevos accesos como los nuevos equipamientos.

El modelo de circulación actual se basa en un sistema de distribución interna formado por unos radios con influencia a la Plaza Granollers y un sistema de rondas respecto al centro histórico, complementado con un anillo externo aun incompleto. La culminación del anillo externo tiene en cuenta las conexiones básicas que permiten estructurar las relaciones de la zona de desarrollo urbana localizada entorno al trazado de dicha ronda, para lo cual es fundamental una adecuada *jerarquización de la red viaria*, pues con esta es posible analizar la transformación de ciertas zonas de la ciudad que deben funcionar como áreas ambientales o zonas 30 de pacificación del tránsito motorizado.

La actual conexión de la ciudad con estas infraestructuras territoriales es deficiente, es por ello que los nuevos de enlaces, ayudarán a equilibrar y mejorar la accesibilidad del núcleo urbano respecto a la red viaria externa, lo que repercutirá positivamente en la capacidad de la red viaria básica interna. La propuesta de red viaria del PMU se caracteriza por:

- Una ampliación de la longitud de red viaria básica, pasando de 32,8 km. a 46,6 Km. propuestos.
- Transformación de las vías que forman parte de la red de acceso a vías urbanas básicas.
- Definición de las vías básicas en el centro, reduciéndolas y racionalizándolas para facilitar la coexistencia de modos.
- Se consolidará el sistema de ronda Nord, que va de Rocafonda a Cerdanyola.

Las vías que componen la red viaria básica, tienen como prioridad soportar la circulación de los vehículos motorizados, en el caso de existir línea de transporte colectivo, éste tendrá

prioridad sobre el vehículo privado, es por ello que en dichas vías no se reducirá el espacio de circulación existente, así mismo, es en esta red básica en la cual se instalarán las herramientas de gestión, información y señalización relacionadas con el tránsito y la accesibilidad urbana.

Con la abrupta transformación del paisaje urbano en las ciudades, dada la construcción de nuevas infraestructuras para la creciente circulación de vehículos, se han generado efectos negativos que involucran directamente a los actores menos favorecidos, como los peatones, los ciclistas y los usuarios del transporte público colectivo.

El notable predominio de la motorización y la violencia con la cual ésta se ha venido insertando en los diferentes contextos del transporte, se ve reflejada en la intolerable cifra de peatones y ciclistas atropellados gravemente por vehículos motorizados. A lo anterior se suma otro tipo de violencia aparente, la cual se expresa en la preferencia que hasta el momento se ha concedido al transporte motorizado en aspectos como la programación semafórica, el escaso ancho de las aceras, la indebida o inexistente señalización peatonal y la inexistente protección al peatón en la supuesta prioridad de paso en el cruce de las calles.

“Pacificar el tráfico es reducir no sólo el uso y el número de automotores, sino también la velocidad a que circulan, el espacio que ocupan y su actual predominio sobre los restantes usuarios de las vías públicas, con el fin de equilibrar la relación de fuerzas entre los distintos modos de transporte.”¹⁵ “Velocidades más lentas y distancias más cortas son las piedras angulares de una política que pretenda dismantelar los supuestos políticos y económicos de la sociedad basada en el carro privado.”¹⁶

Lo anterior significa que se debe asegurar una verdadera *coexistencia* entre los distintos actores del viario, con el fin de que todos puedan ejercer sus derechos de movilidad y accesibilidad con la inexistencia total de discriminaciones o exclusiones. Es así como, en las ciudades de países desarrollados, se ha comprendido el problema, se realizan cambios en el diseño de las calles, lo cual busca una nueva y distinta forma de regulación del transporte motorizado, devolviéndole al transporte autónomo su protagonismo en el espacio urbano.

¹⁵ RECONVERSIÓN ECOLÓGICA DEL TRANSPORTE URBANO. Proyecto CELA (Centro de Asistencia Legal Ambiental). http://www.centrolegalambiental.com/word/reconversion_transporte_urbano.doc 31/05/07.

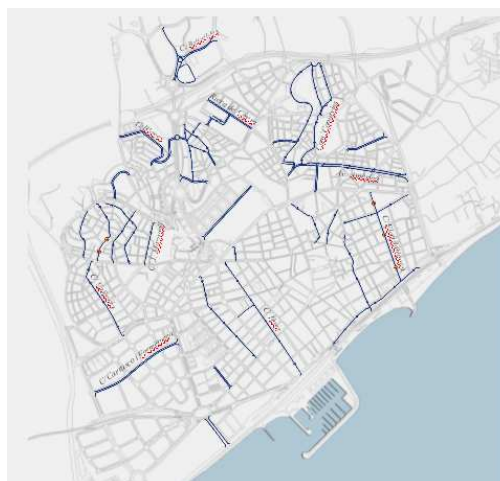
¹⁶ WOLFGANG S. 1996

Fig. 8.4.2.1. Indicadores de red viaria básica, local y vecinal, actual y propuesta.

Xarxa Bàsica		
Mitjana IMD	10.218	9.635
Mitjana Velo.	36 km/h	36 km/h
Longitud	32,82km	46,60 km
Total veh*km	343.121	442.097
% IMD Total	71,8 %	80,8 %
	Actual	Proposta



Xarxa Local		
Mitjana IMD	3.427	2.589
Mitjana Velo.	32 km/h	31 km/h
Longitud	19,8 km	16,8 km
Total veh*km	67.814	44.912
% IMD Total	14,3 %	8,3 %
	Actual	Proposta



Xarxa Veïnal		
Mitjana IMD	924	1.013
Mitjana Velo.	26 km/h	26 km/h
Longitud	60,3 km	55,7 km
Total veh*km	68.258	58.833
% IMD Total	14,2 %	10,8 %
	Actual	Proposta



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Madrid, Noviembre de 2.006.

La *red viaria local* se define con criterios circulatorios y es la que conecta la red viaria básica con áreas ambientales o zonas que se encuentran desconectadas de ésta; en los tramos interiores de las áreas ambientales y en los puntos de fricción con la red cívica y comercial, se perderá la preferencia que mantiene la red viaria básica respecto al vehículo motorizado.

La consolidación de esta red básica de circulación, permitirá que en el interior de los barrios, delimitados por múltiples áreas ambientales, se puedan adoptar las características de zonas de tránsito pacificado.

Es por ello que gran parte de las vías internas de las áreas ambientales, pertenecen a la llamada *red viaria vecinal*; ésta red no se compone de vías totalmente exentas de circulación, pero sí son vías en las que se propone pacificarle mediante ciertas actuaciones como las siguientes:

- Gestión de los sentidos de circulación, buscando la expulsión del tránsito de paso.
- Reestructuración y adecuación de la sección transversal de la vía.
- Elementos físicos disuasorios del acceso y la velocidad (plataformas a nivel, o ruptura del canal de circulación).

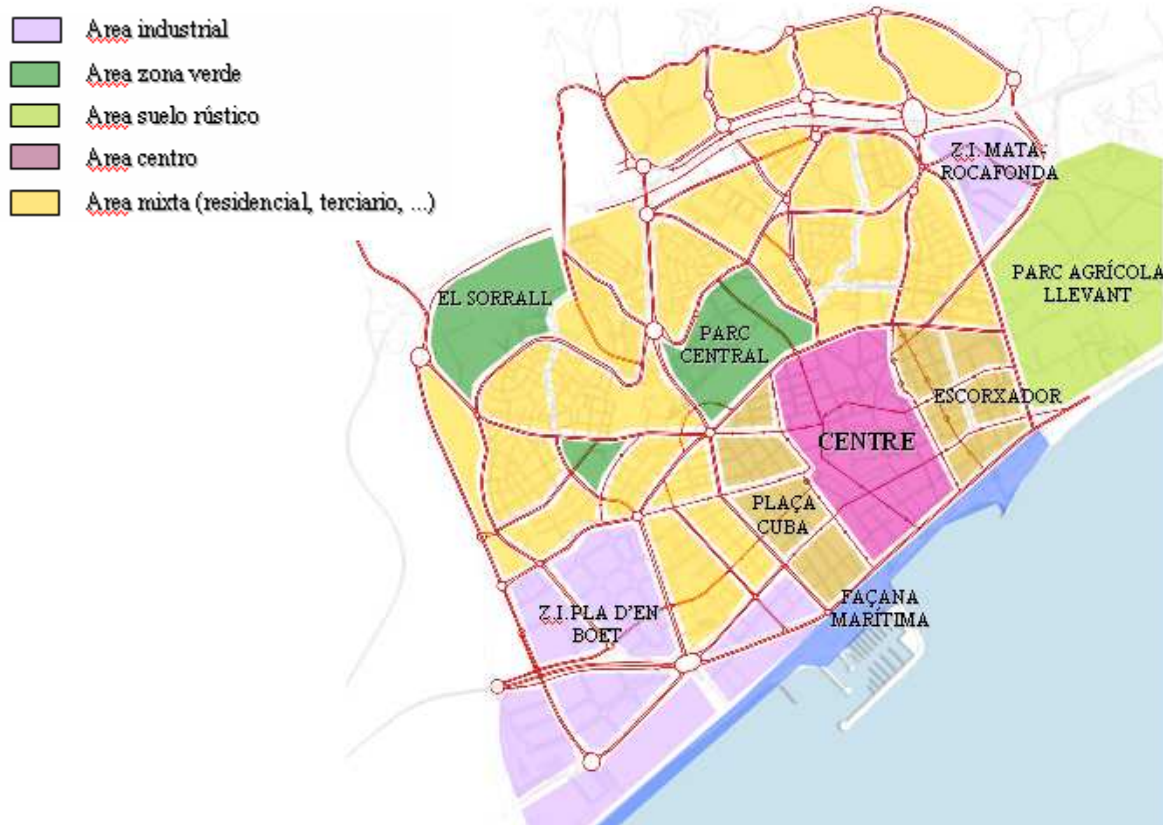
La consolidación a largo plazo de la red viaria vecinal ha de tender hacia vías con prioridad de circulación del transporte autónomo, con sección transversal de plataforma continua y con limitaciones importantes sobre el estacionamiento sobre la calzada.

Otro concepto utilizado ha sido el de un nuevo modelo de gestión de la movilidad en áreas ambientales. Se justifica la concepción de la ciudad en áreas ambientales de movilidad, ya que se busca recuperar buena parte del espacio viario de la ciudad para que cumplan también funciones no relacionadas con la circulación y el estacionamiento de vehículos motorizados.

Se pretende potenciar las calles interiores de las áreas ambientales como espacios de estadía y de relación social; es por ello que se debe ir restringiendo progresivamente el acceso de vehículos privados a dicha red vial y comenzar a dotar a dichas zonas de la calidad ambiental que favorece una mezcla de usos.

En la ciudad de Mataró se establecieron un total de 45 áreas ambientales (Figura 8.4.2.2.) que se clasifican en diferentes tipos según los usos urbanísticos predominantes. Un ejemplo de aplicación propuesta sobre un área ambiental se presenta en la Figura 8.3.3.2.

Fig. 8.4.2.2. Áreas Ambientales delimitadas por la red viaria básica.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Madrid, Noviembre de 2.006.

- *Áreas Mixtas.* Son preferiblemente residenciales, pero también existe mezcla de usos industriales o terciarios. Son la mayoría de las áreas y donde las actuaciones han de estar más encaminadas a recuperar el espacio y la calidad ambiental para los residentes y peatones.
- *Áreas Industriales.* Éstas se concentran básicamente en dos zonas específicas. La función de estas áreas está muy relacionada con la circulación de vehículos y el transporte, así mismo, su localización periférica hace que no se hayan previsto actuaciones relacionadas con la red de bicicletas, no obstante se deben garantizar los canales de circulación para los peatones.

- *Zonas Verdes*. Se relacionan con los grandes parques urbanos y zonas de paso de las redes alternativas de circulación. Se trata de áreas que ya disponen de una buena calidad ambiental.
- *Centro*. Es esta una zona singular sobretudo respecto a las características de la trama urbana y la concentración de actividad terciaria.
- *Área Suelo rústico*. Se trata de dos áreas singulares, la franja marítima y la zona agrícola de los Cinc Séries.

Fig. 8.4.2.3. Áreas Ambiental Plaza de Cuba. Mataró.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Madrid, Noviembre de 2.006.

Respecto al aparato analítico utilizado para la predicción, partiendo de la definición de las redes viarias y los escenarios de análisis, por medio de la simulación del tránsito (software AISBUM), se han podido establecer las previsiones de carga de tránsito sobre la red viaria propuesta y los respectivos niveles de servicio resultantes. Se ha realizado la previsión de cargas de tránsito para el año 2.011 y a 20 años en los siguientes escenarios:

- *Escenario Tendencial.* En éste se establece un incremento total del tránsito del 30%, sin presentarse un traspaso importante de viajes hacia medios de transporte alternativos.
- *Escenario de Maximización y potenciación del transporte público.* Es en el cual, buscando el nuevo modelo de movilidad, se establece un traspaso de como mínimo el 10% de los desplazamientos en vehículo privado al transporte público y otro 10% al modo a pie.

La capacidad ambiental de cada calle establece el número de vehículos que podrán pasar por ellas por unidad de tiempo. El anterior concepto se añade a la capacidad real de cada calle y es diferente para cada uno de los dos escenarios simulados. En la Tabla 8.4.2.1. se aprecia la capacidad ambiental de la red viaria, según el tipo de red viaria y para ambos escenarios de análisis.

De forma complementaria, se analizó un tercer escenario que se encuentra entre los dos anteriores: *Escenario de mejora del transporte público*; siguiendo el nuevo modelo de movilidad se establece un traspaso del 5% de los desplazamientos en vehículo privado al transporte público y otro 5% al modo a pie.

Tabla 8.4.2.1. Capacidad Ambiental de la red viaria.

Tipus de via	Capacitat teòrica màxima veh/dia/carril	ESCENARI			
		Tendencial		Potenciació transport públic	
		N. de S. suportable	Capacitat ambiental veh/dia	N. de S. suportable	Capacitat ambiental veh/dia
Ronda de Mataró	20.000	D	18.000	D	18.000
Carreteres d'accés	17.000	D	15.300	D	15.300
Xarxa bàsica	10.500	D	9.450	C	7.350
Xarxa local	7.800	C	5.460	B	3.900
Xarxa veïnal	4.800	C	3.360	B	2.400

Fuente: Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Servei de Mobilitat i INTRA 2 004.

El PMU define una red cívica y comercial (Figura 8.4.2.4.) que valida una parte de la red prevista en el estudio sobre los itinerarios peatonales, la cual complementa con la concepción de una red radial que debe unir los barrios con el centro histórico y con unos ejes que conecten el núcleo urbano con la franja marítima.